



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR
IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.).**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECIARIAS Y DESARROLLO
RURAL**

P R E S E N T A:

MITZI KETZALI MORALES MORA

COORDIRECTORES DE TESIS:

DR. IRAN ALIA TEJACAL

DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ



Cuernavaca; Morelos a 21 de octubre de 2021

**EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN
GUANÁBANANA (*Annona muricata* L.).**

Tesis realizada por la I.H. Mitzi Ketzali Morales Mora bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

Maestra en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural

Director: Dr. Iran Alia Tejacal

Codirector: Dr. Artemio Pérez López

Revisor: Dra. Gloria Alicia Pérez Arias

Revisor: Dr. Víctor López Martínez

Revisor: Dr. Porfirio Juárez López

Revisor: Dr. Eduardo Campos Rojas

AGRADECIMIENTOS

A la beca otorgada por el CONACYT (747269) para la realización de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos incluida en el Padrón Nacional de Posgrado

Al proyecto: Aprovechamiento del germoplasma, desarrollo tecnológico e innovación en cadenas de valor de anonáceas en México”, con clave 2015-4-266891 SADER - CONACYT por haber financiado la adquisición de reactivos y materiales para la realización de la presente investigación.

Un especial agradecimiento a mi director de tesis el Dr. Irán Alia Tejacal por el apoyo y dedicación; por compartir sus conocimientos y hacer posible esta investigación.

A mi coodirector el Dr. Artemio Pérez López por compartir su conocimiento y ser partícipe de esta investigación.

A mi comité revisor Dr. Eduardo Campos Rojas, Dr. Porfirio Juárez López, Dra. Gloria Alicia Pérez Arias y al Dr. Víctor López Martínez por su disposición en participar en cada uno de mis seminarios y aportar de manera constructiva en el proyecto.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias quienes se esfuerzan para que estudiantes tengan acceso a la educación y programas que te permiten hacer posibles trabajos como este.

DEDICATORIA

Especial dedicatoria a mi mamá por todo el apoyo incondicional que me brinda ,a mis abuelos y familia.

“considero mas valiente al que conquista sus decesos, que al que conquista a sus enemigos, ya que la victoria mas dura es la victoria sobre uno, mismo”.

-Aristóteles.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	2
3. HIPÓTESIS	2
4. MATERIALES Y MÉTODOS	3
4.1. LOCALIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETAL	3
4.2. ORGANIZACIÓN EXPERIMENTAL	3
4.3. VARIABLES A EVALUADAS	5
4.4. VELOCIDAD DE RESPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ETILENO	5
4.4.1. PÉRDIDA DE PESO	6
4.4.2. FIRMEZA	6
4.4.3. COLOR	6
4.3.4. ACIDEZ TITULABLE	6
4.3.5 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)	7
4.3.6. PROTEÍNA SOLUBLE	7

4.3.7. POLIFENOL OXIDASA (PFO)	8
4.3.8. PEROXIDASA (POD)	8
4.3.7.3. SUPERÓXIDO DISMUTASA	8
4.3.7.4. CATALASA	9
4.3.7.5. FENOLES TOTALES	9
4.3.8 ANÁLISIS DE DATOS	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
5.1 VELOCIDAD DE RESPIRACIÓN	11
5.2. ETILENO	12
5.3. PÉRDIDA DE PESO	14
5.4. FIRMEZA EN EL ÁREA DAÑADA POR EL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO	15
5.5. COLOR DE LA EPIDERMIS DEL FRUTO EN EL ÁREA DAÑADA POR EL IMPACTO	17
5.6. COLOR EN LA PULPA DEL FRUTO EN EL ÁREA DAÑADA POR EL IMPACTO	19
5.7. ACIDEZ TITULABLE (AT)	22
5.8. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)	23
5.9. PROTEÍNA SOLUBLE	25
5.10. FENOLES TOTALES	26
5.11. POLIFENOL OXIDASA (PFO)	27
5.12. PEROXIDASA	29
5.13. SUPERÓXIDO DISMUTASA	30

5.14. CATALASA	31
6. CONCLUSIONES	33
7. BIBLIOGRAFÍA	34

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos de daño por impacto en frutos de guanábana (julio de 2020)	4
Cuadro 2. Tratamientos de daño por impacto evaluados en frutos de guanábana (agosto de 2020)	5

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 A y B. Velocidad de respiración de frutos de guanábana después de aplicar una caída libre a 80 y 130 cm. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	12
Figura 2 A y B. Producción de etileno en frutos de guanábana después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	13
Figura 3 A y B. Pérdida de peso en frutos de guanábana después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	14
Figura 4 A y B. Firmeza en el área golpeada por el impacto después de someter frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	16
Figura 5. parámetros de color (A, B) luminosidad, (C, D) cromaticidad y (E, F) matiz en epidermis del fruto de guanábana después de someterlo a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar	18
Figura 6. parámetros de color (A, B) luminosidad, (C, D) cromaticidad y (E, F) matiz en la pulpa del fruto después de someterlo a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	21
Figura 7 A y B. Porcentaje de acidez titulable después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	23
Figuras 8 A y B. Sólidos solubles totales después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.	24

Figura 9. Proteína soluble en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 observaciones y su error estándar. 26

Figura 10. Fenoles totales en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar. 27

Figura 11. Polifenol oxidasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar. 28

Figura 12. Peroxidasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar. 30

Figura 13. Superóxido dismutasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar. 31

Figura 14. catalasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar. 32

RESUMEN

La guanábana es un frutal con gran potencial para diversificar la agricultura en diversas zonas productoras del país, su fruto es altamente apreciado debido a sus características organolépticas y últimamente por la asociación con efecto benéfico de su consumo con la disminución de algunas enfermedades. Sin embargo, el fruto es altamente perecedero y susceptible a daño mecánico. El objetivo del presente trabajo fue determinar algunos cambios físicos, químicos y fisiológicos que ocurren después de un estrés por impacto y determinar la vida útil del producto al igual que su efecto en la calidad. Se realizaron dos experimentos donde se dejaron caer frutos de guanábana en madurez fisiológica de alturas de 0, 80 y 130 cm sobre una superficie de concreto y se evaluaron algunos parámetros durante su maduración a temperatura ambiente. Los resultados indican que la velocidad de respiración se incrementó al aumentar la altura de la caída y el número de caídas; el etileno se incrementó entre 30 y 109 % en los frutos que tuvieron dos caídas a 80 ,130 cm y tres caídas a 80 cm los frutos con tres caídas de 130 cm tuvieron 70 % más producción de etileno, la pérdida de peso total entre los tratamientos evaluados en ambos experimentos fue de entre 9.7 y 12.8 %. Los frutos con un esfuerzo por impacto de 130 cm en dos ocasiones mostraron una reducción en la firmeza de 79 %, en comparación con el testigo que fue de 7 %, los valores de luminosidad cromaticidad y matiz en epidermis del fruto no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo en la pulpa del fruto la luminosidad fue más baja en el tratamiento con dos caídas de 130 cm; los frutos sometidos a esfuerzo por impacto 130 cm mostraron los valores mayores de AT y SST, el contenido de proteína soluble en general disminuyó constantemente, los compuestos fenólicos incrementaron en todos los tratamientos; la actividad enzimática de CAT y SOD mostraron diferencias significativas en el octavo día después de aplicados los tratamientos, En los frutos con tres caídas de 80 cm y 130 cm la actividad de POD y PFO se incrementó en comparación con el testigo finalmente el daño mecánico por impacto tiene efecto significativo en la respiración; pérdida de peso color de epidermis y los compuestos fenólicos parecen no ser afectados por el impacto de caída.

Palabras clave: Daño mecánico por impacto, cambios físicos químicos y fisiológicos.

SUMMARY

Soursop is a fruit tree with great potential to diversify agriculture in some producing areas of the country, its fruit is highly appreciated due to its organoleptic characteristics and lately due to the association with a beneficial effect of its consumption with the reduction of some diseases. But the fruit is highly perishable and susceptible to mechanical damage. The objective of this work was to determine some physical, chemical, and physiological changes that occur after impact stress and to determine the useful life of the product as well as its effect on quality. Two experiments were carried out where soursop fruits in physiological maturity at heights of 0, 80 and 130 cm were impact on a concrete surface and some parameters were evaluated during their maturation at room temperature. The results indicate that the Respiratory rate speed increased with increasing the height of the fall and the number of falls; ethylene increased between 30 and 109% in the fruits that had two falls at 80, 130 cm and three falls at 80 cm, the fruits with three falls of 130 cm had 70% more ethylene production, the total weight loss among the treatments evaluated in both experiments was between 9.7 and 12.8%. The fruits with an impact effort of 130 cm on two occasions showed a reduction in firmness of 79%, compared to the control that was 7%, the values of chromaticity luminosity and hue in the epidermis of the fruit did not show significant differences between treatments, however in the pulp of the fruit the luminosity was lower in the treatment with two falls of 130 cm; the fruits subjected to stress by impact 130 cm showed the highest values of AT and SST, the soluble protein content in general decreased constantly, the phenolic compounds increased in all treatments; The enzymatic activity of CAT and SOD showed significant differences on the eighth day after applying the treatments. In the fruits with three falls of 80 cm and 130 cm, the activity of POD and PFO increased compared to the control, finally the mechanical damage by impact has significant effect on respiration; weight loss epidermis color and phenolic compounds appear to be unaffected by the impact of hair loss.

Keywords: Mechanical damage by impact, physical chemical, and physiological changes.

1. INTRODUCCIÓN

La familia Annonaceae, se caracteriza por crecer principalmente en los trópicos, comprende 130 géneros y aproximadamente 2,300 especies (González, 1999). Las especies que han alcanzado mayor desarrollo comercial son guanábana, chirimoya y atemoya (Vidal, 1981). La superficie nacional plantada de guanábana (*Annona muricata* L.) es de 3,612.54 ha, los estados que destacan principalmente en cuanto a rendimiento, producción e importancia económica son Nayarit, Colima, Michoacán y Guerrero (SIAP, 2019).

La pulpa de la guanábana es blanca y aromática con un sabor único agradable y ácido, que también se describe como una mezcla agradable de dulzura y un agrio suave (Sanusi y Bakar, 2018). Dichas características hacen que el fruto sea muy apreciado para su consumo en fresco. El fruto de la guanábana es sincárpico de un peso de 0.4 kg hasta 1.2 kg, lo cual depende del genotipo, la polinización y fertilización (Paull y Duarte, 2012). El fruto es largo, ovalado o en forma de corazón, la epidermis del fruto tiene protuberancias carpelares cónicas y suaves las cuales se describen como “espinas” (Coria-Téllez *et al.*, 2018). La pulpa del fruto consiste en segmentos blanco, fibrosos y cremosos que rodean al raquis; en cada segmento se tiene una semilla ovalada de color negro (Coria-Téllez *et al.*, 2018). Espinosa *et al.* (2012) indican que en la guanábana se reporta hasta 60 % de pérdidas en poscosecha, y que no existen tecnologías disponibles capaces de extender la vida útil del fruto por más de nueve días. Entre los aspectos que influyen en su perecibilidad es el daño mecánico durante la cosecha y manejo poscosecha.

Los daños mecánicos principalmente son producto de la abrasión entre frutas y materiales adjuntos (piedras, tallos e insectos), impactos con otros frutos (Ericsson y Tahir, 1996) y prolongadas vibraciones durante el transporte (Armstrong *et al.*, 1995) son considerados como un tipo de estrés (Chonhenchob *et al.*, 2009). Para el caso de las frutas, al ser sometidas a un esfuerzo de compresión simulando daño mecánico se ha encontrado que se desencadenan respuestas fisiológicas que aceleran el proceso de maduración y senescencia en el fruto, como son alta producción de CO₂ y liberación de etileno, además de presentarse oscurecimiento de la pulpa y rupturas de la epidermis, el daño mecánico por impacto es la fuente de daño más común durante la venta de frutos (Knee y Miller, 2000).

Es de suma importancia conocer los efectos que causa un daño mecánico por impacto en su fisiología en la etapa poscosecha; el daño mecánico se ha identificado como una causa potencial

de maduración prematura de frutas y hortalizas al estimular la producción de bióxido de carbono y etileno (De Martino *et al.*, 2006).

Los estudios de daño mecánico establecen que la respuesta de todo el fruto es igual a la sección puntual donde el daño se recibió, por lo que en algunos casos las respuestas no son consistentes o se sugiere que el daño no fue suficiente. Es así que un estudio detallado de la zona donde se percibió el impacto y cercano al daño podrá ayudar a discernir con mayor precisión los umbrales de daño y si estos posteriormente se “propagan” en todo el fruto y afectan el fruto en algunas características del daño. Por lo anterior en el presente trabajo se pretende realizar un estudio comparativo de los cambios físicos, químicos, fisiológicos y bioquímicos que ocurren en un corto tiempo en el fruto después del daño por impacto en la zona aledaña al mismo.

2. OBJETIVO

Analizar los cambios físicos, químicos y fisiológicos en frutos de guanábana sometidos a la fuerza de impacto con la finalidad de discernir el efecto en la calidad y vida útil del producto en poscosecha

3. HIPÓTESIS

La mayor intensidad metabólica, manifestada a través de las variables físicas, química y fisiológicas del tejido del fruto, se concentra en la zona próxima de sollicitación de la fuerza de impacto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. LOCALIZACIÓN Y OBTENCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL

Para realizar los ensayos se utilizaron frutos de guanábana (*Annona muricata L.*) Colectados de árboles de pie franco en madurez fisiológica, procedentes de una huerta en Tepic Nayarit. Los frutos fueron trasladados al Laboratorio de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos donde se procedió a seleccionar los frutos para los ensayos. Los frutos se lavaron con agua clorada al 1 % y se eliminaron los frutos que tenían daños por patógenos o por insectos.

4.2. ORGANIZACIÓN EXPERIMENTAL

Se realizaron dos experimentos para evaluar el daño mecánico por impacto, En el primero se utilizaron 84 frutos los cuales se seleccionaron cuidando que fueran de tamaño y forma similar para luego formar cinco grupos de dieciséis frutos cada grupo. A cada grupo se le aplicó diferente tratamiento, por lo que se tuvieron cinco tratamientos. Al primer grupo el tratamiento consistió en dejar caer dos veces cada fruto en una superficie de concreto desde una altura de 80 cm; al segundo grupo los frutos se dejaron caer tres veces de una altura de 80 cm; en el tercer grupo se dejaron caer los frutos dos veces desde una altura de 130 cm; en el grupo cuatro los frutos se dejaron caer desde una altura de 130 cm tres veces. Para identificar las zonas de primer impacto se esparció una capa de harina en el suelo de concreto donde impactaban los frutos y en los frutos se marcaron las zonas con un círculo utilizando un marcador indeleble. Finalmente, el quinto grupo se consideró el fruto testigo, es decir no se sometieron a golpes por impacto.

Posterior la aplicación de los tratamientos, los frutos fueron colocados en mesas y se mantuvieron a temperatura ambiente (20°C, HR 60 %). Se realizaron evaluaciones cada dos días después del impacto por un período de 8 días. Las variables evaluadas fueron: velocidad de respiración, producción de etileno, pérdida de peso, parámetros de color en la epidermis (L*, C* y h), sólidos solubles totales, acidez titulable, parámetros de color de púrpura (L*, C* y h). La evaluación de estas variables se detalla más adelante.

El diseño experimental fue completamente al azar, la unidad experimental se consideró un fruto y se tuvieron cuatro repeticiones en cada muestreo (Cuadro 1)

Cuadro 1. Tratamientos de daño por impacto en frutos de guanábana (julio de 2020)

Tratamiento	Número de frutos
Testigo	20
2 caídas Altura 80 cm	16
3 caídas Altura 80 cm	16
2 caídas Altura 130 cm	16
3 caídas Altura 130 cm	16

En el segundo experimento se utilizaron 60 frutos los cuales se dividieron en tres grupos de 20 frutos cada uno. Cada grupo de frutos recibió diferente tratamiento; en el primer grupo, cada fruto se dejó caer tres veces en una superficie de concreto desde una altura de 80 cm; en el segundo, la altura de caída de cada fruto fue de 130 cm y se repitió en tres ocasiones el mismo procedimiento. Al igual que en el primer experimento se marcaron las zonas de impacto, El tercer grupo se consideró el testigo, es decir no se sometieron a caídas (Cuadro 2).

Se realizaron evaluaciones cada dos días después del impacto por un período de 8 días. Las variables evaluadas fueron: velocidad de respiración, producción de etileno, pérdida de peso, parámetros de color en la epidermis (L^* , C^* y h), sólidos solubles totales, acidez titulable, índice de sabor, parámetros de color de púrpura (L^* , C^* y h). La evaluación de estas variables se detalla más adelante. El diseño experimental fue completamente al azar, la unidad experimental fue un fruto y se tuvieron cinco repeticiones por muestreo.

Cuadro 2. Tratamientos de daño por impacto evaluados en frutos de guanábana (agosto de 2020)

Tratamiento	Número de frutos
Testigo	20
3 caídas altura de 80 cm	20
3 caídas Altura 130 cm	20

4.3. VARIABLES A EVALUADAS

4.3.1. VELOCIDAD DE RESPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ETILENO

La velocidad de producción de CO₂ y producción de etileno en los frutos de guanábana se evaluó mediante el método estático donde se evaluó el CO₂ (Salveit, 2016). se colocó un fruto en un recipiente con un volumen conocido (6000 mL) y se sellaron herméticamente durante tres horas para posteriormente tomar una muestra por fruto de 1 mL de gas del espacio de cabeza e inyectarlas a un cromatógrafo de gases (Agilent Technologies 7890A GC). El inyector y el horno del cromatógrafo se mantuvo a temperaturas de 150 y 80 °C, respectivamente durante las mediciones. Para la cuantificación se utilizaron estándares de CO₂ (460 ppm) y etileno (100 ppm) (Quark INFRA®).

4.3.2 PÉRDIDA DE PESO

La pérdida de peso se evaluó en los frutos diariamente y se determinó pesando los frutos de forma individual en una balanza electrónica digital Ohaus (Adventurer™ Pro AV8101, Ohaus Corporation, Pine Brook, NJ USA); y se obtuvo el porcentaje de pérdida de peso por cada día de evaluación con respecto al día inicial para esto se utilizó a siguiente formula

$$\text{Pérdida de peso(\%)} = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso del día de evaluación}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

4.3.3 FIRMEZA

En los frutos del primer experimento se midió la firmeza retirando una porción de la epidermis en el área marcada por el golpe de impacto, con una estación de pruebas Shimadzu® donde se evaluó la fuerza máxima para penetrar 5 mm a una velocidad de 5 mm s⁻¹ y con un puntal cónico de 0.7 cm. Para el segundo experimento la firmeza se determinó siguiendo el mismo procedimiento que el primer experimento y el mecanismo utilizado fue un texturómetro (Chatillon MT150 Manual Force Tester).

4.3.4 COLOR

Se determinó el color de la epidermis y pulpa de los frutos en el área marcada por el golpe para medirse con ayuda de un espectrofotómetro X-rite mod. SP-64. Los parámetros que se midieron fueron Luminosidad (L*), Cromaticidad (C*) y Matiz (h) en la epidermis del fruto (Neguerula, 2012).

4.3.5 ACIDEZ TITULABLE (AT)

Para medir esta variable se utilizó el método de titulación con hidróxido de sodio, propuesto por la Association of Oficial Analytical Chemists (AOAC, 1995), la cual se realizó de la siguiente manera: se tomó 1 g de pulpa el cual se mezcló con 10 mL de agua destilada y se colocó en un tubo de ensayo y se homogenizó con un Ultraturax (IKA, USA). Posteriormente, el homogenizado se

filtró y del filtrado se tomaron 5 mL que se colocaron en un matraz Erlenmeyer y se le agregaron dos gotas de fenolftaleína para titularlo con hidróxido de sodio NaOH (0.1 N) Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico.

4.3.6. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Para la determinación de los sólidos solubles totales se seccionó el fruto y se tomó 1 g de fruto del área marcada por el impacto y se colocó en un exprimidor ATAGO para extraer unas gotas las cuales se colocaron en un refractómetro digital ATAGO Pal-1® (Japón) (0 a 45 %) y se determinaron las lecturas en °Bx.

4.3.7. PROTEÍNA SOLUBLE Y ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

La proteína soluble y actividad enzimática se determinó a partir de polvo de acetona, la cual se obtuvo al homogenizar 10 g de pulpa con 25 mL de acetona fría (-15 °C), con un homogeneizador de tejidos Ultraturrax. El homogenizado se filtró al vacío y después se dejó secar a temperatura ambiente en una caja Petri. Se tomó el peso del polvo obtenido para determinar la relación peso fresco/peso seco y posteriormente se almacenó en un congelador, hasta el momento de su utilización para las evaluaciones enzimáticas.

4.3.7.1. PROTEÍNA SOLUBLE

Se determinó por el método de Bradford (1976). Para ello se mezclaron 0.5 g de polvo de acetona con 5 mL de buffer Tris-HCl 0.1 M (pH 7.1), en frío. La mezcla se centrifugó a 12 000 g por 20 min. A una muestra de 0.1 mL del sobrenadante se adicionaron 5 mL de la solución Coomassie Blue, se agitó y registró la absorbancia a 595 nm en el espectrofotómetro. La cuantificación se hizo mediante una curva de calibración con albúmina de bovino. Los ensayos se llevaron a cabo a temperatura ambiente.

4.3.7.2. POLIFENOL OXIDASA (PFO)

La actividad enzimática de PFO se determinó a partir de polvo de acetona mediante el método propuesto por Lamikanra (1995) con modificaciones. La enzima se extrajo a partir de 0.2 g de polvo de acetona con 5 mL de Tris-HCl frío, 100 mM (pH 7.1) que contenía 1 % de polivinil pirrolidona (PVP). Se mezclaron en un homogeneizador de tejidos T10 Basic durante 30 s; posteriormente la mezcla se centrifugó por 20 min a 10 000 g a 4 °C. El sobrenadante se utilizó para evaluar el cambio de absorbancia a 420 nm en el espectrofotómetro. Para el ensayo de la actividad enzimática se emplearon 3 mL de catecol 60 mM disuelto en un amortiguador Tris-HCl 100 mM, pH 7.1 y 0.2 mL del sobrenadante. Los ensayos se realizaron a temperatura ambiente. La actividad enzimática se reporta como $U\ g^{-1}$ de peso seco, donde una unidad de actividad enzimática es igual a la formación de 1 μ mol de *o*-benzoquinona min^{-1} .

4.3.7.3. PEROXIDASA (POD)

La extracción de POD fue similar a PFO y la determinación se hizo de acuerdo con el método Flurkey y Jen (1978), con las siguientes modificaciones: la mezcla de ensayo tuvo un volumen total de 3 mL, de los cuales 2.6 mL fueron del amortiguador Tris-HCl 100 mM, pH 7.1, 0.25 mL de guayacol 0.1 M, 0.1 mL de peróxido de hidrógeno 0.25 % y 0.05 mL del sobrenadante; se determinó el cambio de absorbancia a 470 nm en 3 min. La actividad enzimática se reporta como $U\ g^{-1}$ de peso seco, donde una unidad de actividad enzimática es igual a la formación de 1 μ mol de tetraguaicol min^{-1} . Las evaluaciones se hicieron a temperatura ambiente.

4.3.7.4. SUPEROXIDO DISMUTASA (SOD)

Esta enzima se evaluó a partir de 0.5 g de polvo de acetona, al cual se adicionaron 5 mL de amortiguador de fosfatos a pH de 7.8 y homogenizado por 40 s. La mezcla se centrifugó a 1200 rpm. Durante 20 min a 0 °C. El sobrenadante se utilizó para el ensayo enzimático propuesto por Beyer y Fridovich (1987), donde se propone la siguiente mezcla de reacción: 27 mL de amortiguador de fosfatos 0.05 M (pH 7.8), que contenía 0.1 mM de EDTA, 1.5 mL de L-metionina (30 mg mL^{-1}), 1 mL de nitro blue tetrazolium (1.41 mg mL^{-1}) y 0.75 mL de Triton X-100 al 1 %. A 3 mL de esta mezcla de reacción se adicionaron 0.03 mL de riboflavina (4.4 mg $100\ mL^{-1}$) y 0.4 mL del sobrenadante; la mezcla se iluminó por 7 min con lámparas de luz fluorescente de 20 W GroLux, y se procedió a leer la absorbancia a 560 nm. El incremento en absorbancia debido a la

formación de “nitro blue tetrazolium formazan” por unidad de tiempo equivale a la velocidad de reacción; y la absorbancia en ausencia de SOD y en presencia de varias cantidades de SOD se utilizó para determinar el número de unidades/mL de SOD en la solución (Stauffer, 1989). Una unidad de SOD es igual a la cantidad de sobrenadante que fotoinhibe en 50 % la formación de “nitro blue tetrazolium formazan” (Giannopolitis y Ries, 1977). Los ensayos se llevaron a cabo a temperatura de ambiente.

4.3.7.5. CATALASA (CAT)

La CAT se extrajo del polvo de acetona: 0.2 g se mezclaron con 5 mL de TrisHCl 0.1 M con pH 8.5 que contenía 1 % de polivinilpirrolidona, en un homogeneizador de tejidos. La mezcla se centrifugó a 12 000 rpm por 20 min en una centrífuga refrigerada a 4 °C. La actividad de CAT se evaluó mediante el método descrito por (Alía, et al2005) donde 3 mL de un amortiguador 10 mM Tris-HCl, pH 8.5 y 0.1 mL de peróxido de hidrógeno 0.88 % en 100 mM de Tris-HCl, se mezclan en una celda de cuarzo del espectrofotómetro. La reacción se inició al adicionar 0.1 mL de extracto crudo y se observó el cambio en absorbancia a 240 nm, y la actividad enzimática se reportó como $U\ g^{-1}$ de peso seco, donde una unidad de actividad enzimática es igual a la descomposición de 1 $\mu\text{mol}\ \text{min}^{-1}$ de H_2O_2 . Los ensayos se llevaron a cabo a temperatura ambiente.

4.3.8 COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES

Se determinaron con el método de Folin y Ciocalteu descrito por Waterman y Mole (1994). A partir de la solución de acetona obtenida de la preparación del polvo de acetona, se realizó una mezcla de 0.04 mL + 12 mL de agua desionizada + 1 mL del reactivo de Folin & Ciocalteu, que fue agitada por 10 s. También se agregaron 3 mL de una solución de carbonato de sodio 20 % (tiempo cero) y se aforó a 20 mL. La muestra se dejó reposar 2 h para leer su absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro (Milton Roy, Spectronic 21D). Se hizo una curva patrón de ácido gálico que fue reportada en $\text{mg}\ \text{kg}^{-1}$ de peso seco. Los ensayos se llevaron a cabo a temperatura ambiente.

4.4. ANÁLISIS DE DATOS

Las variables estudiadas se sometieron a análisis de varianza simple y pruebas de comparación de medias por el método de Tukey (0.05). Los análisis se realizaron con el programa Sigma Plot 14 (Systat, San José, CA).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. VELOCIDAD DE RESPIRACIÓN

No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en la velocidad de respiración en el primer experimento (Figura 1 A). A pesar de que los frutos testigo y los que tuvieron tres caídas de 80 cm presentaron un máximo de respiración entre 30 y 70 % más que el resto de los tratamientos, un día después de iniciado el experimento (Figura 1 A). Posteriormente, el resto de los frutos alcanzaron su máxima respiración entre el cuarto y quinto día de iniciado el experimento, Jiménez *et al* (2017) reportan que frutos de dos ecotipos de guanábana alcanzaron su máximo valor de respiración a los cinco días, lo cual fue similar en el primer experimento.

En el segundo experimento se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en cada día de evaluación. Los frutos con tres caídas a 130 cm alcanzaron valores máximos de $2.82 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$, los frutos con tres caídas a 80 cm su máxima producción de CO_2 fue de $2.37 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ y en los frutos testigo fue de $1.81 \text{ mL kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ (Figura 1 B). Salveit *et al* (2016) indica que el estrés físico tiene un efecto pronunciado en la respiración de productos perecederos. Se propone que la respiración probablemente se incrementa debido a que el oxígeno se difunde de manera rápida en tejidos dañados causando un incremento en la actividad metabólica (Watada *et al.*, 1996). Por otra parte, se sugiere que el estrés ocasionado produce una señal que migra del sitio de daño e induce un amplio espectro de respuestas fisiológicas en el tejido adyacente no dañado, entre ellos la respiración.

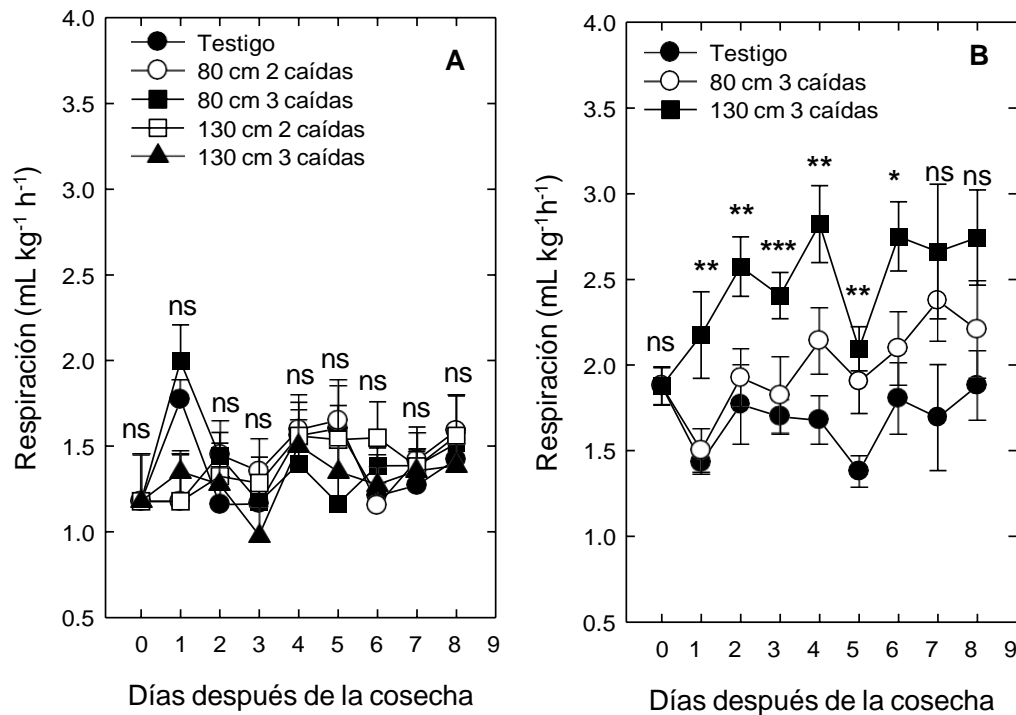


Figura 1 A y B. Velocidad de respiración de frutos de guanábana después de aplicar una caída libre a 80 y 130 cm. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.2. ETILENO

Los frutos de guanábana utilizados como testigo en el primer experimento mostraron el típico comportamiento climatérico, alcanzado su máximo de producción al quinto día después de la cosecha (Figura 2 A). Jiménez *et al.* (2017) reportan que en frutos de guanábana la producción máxima de etileno fue de cinco días después de la cosecha. No se detectaron diferencias significativas en la producción de etileno entre tratamientos, no obstante, los frutos con dos caídas a 80 y 130 cm, y los frutos con tres caídas de 80 cm produjeron entre 30 y 109 % más etileno en el climaterio comparados con los frutos testigo.

En el segundo experimento no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos evaluados en el presente estudio (Figura 2 B). Sin embargo, los frutos con tres caídas de 130 cm tuvieron 70 % más producción de etileno que los frutos que tuvieron esfuerzo de impacto a 80 cm y los frutos testigo. El estrés mecánico induce algunas respuestas fisiológicas, como un aumento de la

biosíntesis de etileno debida a la expresión de ACS (ACC sintasa) y ACO (ACC oxidasa), lo que conduce una aceleración de la maduración e inicio de la senescencia (Ansari y Tuteja, 2015). El mayor incremento en la producción de etileno en los frutos de guanábana probablemente no se detectó porque la producción de etileno solo se manifiesta en el área dañada y no en todo el fruto, es necesario realizar trabajos donde el estrés sea constante o la medición sea inmediatamente después de ocasionado el estrés.

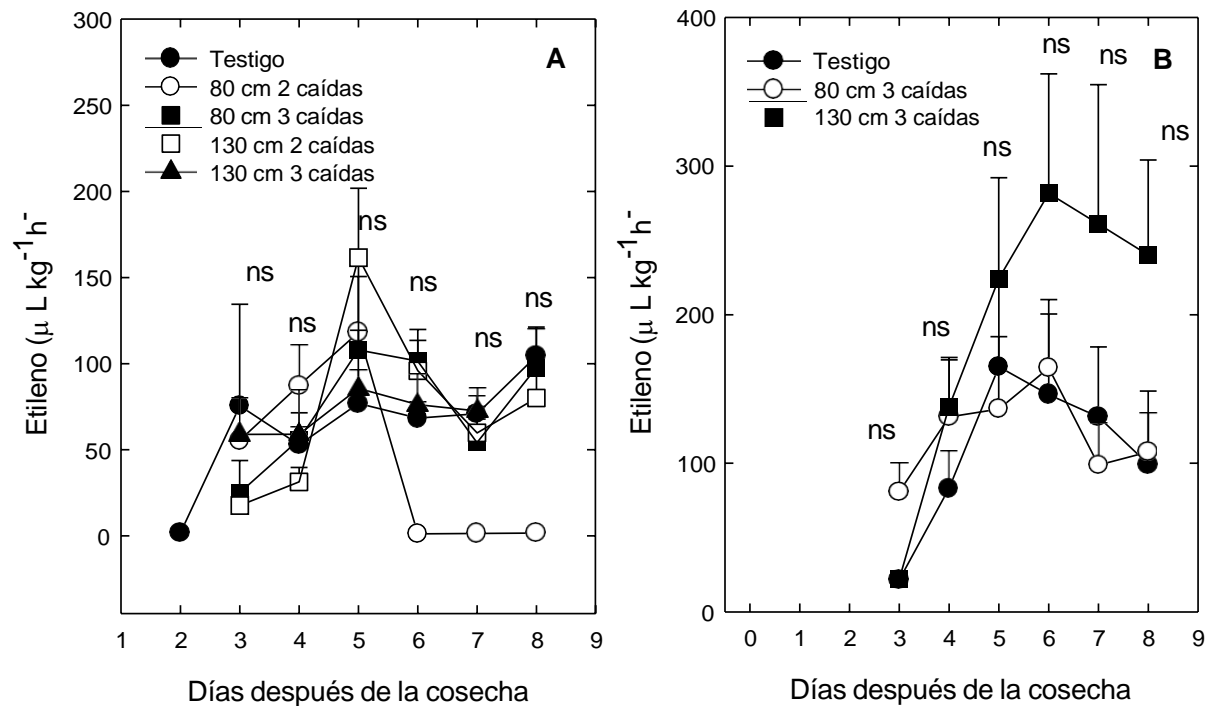


Figura 2 A y B. Producción de etileno en frutos de guanábana después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.1.3 PÉRDIDA DE PESO

No hubo diferencias significativas en la pérdida de peso entre los tratamientos evaluados en ambos experimentos (Figura 3A y 3B). el comportamiento de la variable se representó de manera lineal en ambos experimentos, la diferencia diaria del peso en el primer experimento fue entre 1.21. y 1.46 % d^{-1} , sin embargo, la disminución de peso total al octavo día de evaluación fue entre 9.75 y 11.72 % (Figura 3 A) En el segundo experimento la pérdida de peso diaria estuvo entre 1.53 y 1.6 % d^{-1} , donde disminuyó entre 12.2 y 12.8 % en ocho días (Figura 3 B). Jiménez et al. (2017) reportan una pérdida de masa diaria entre 1.34 y 1.41 % d^{-1} , y una pérdida de masa total entre el 6.7 y el 7.1 % en un periodo de seis días, en frutos de guanábana provenientes de Tepic, Nayarit.

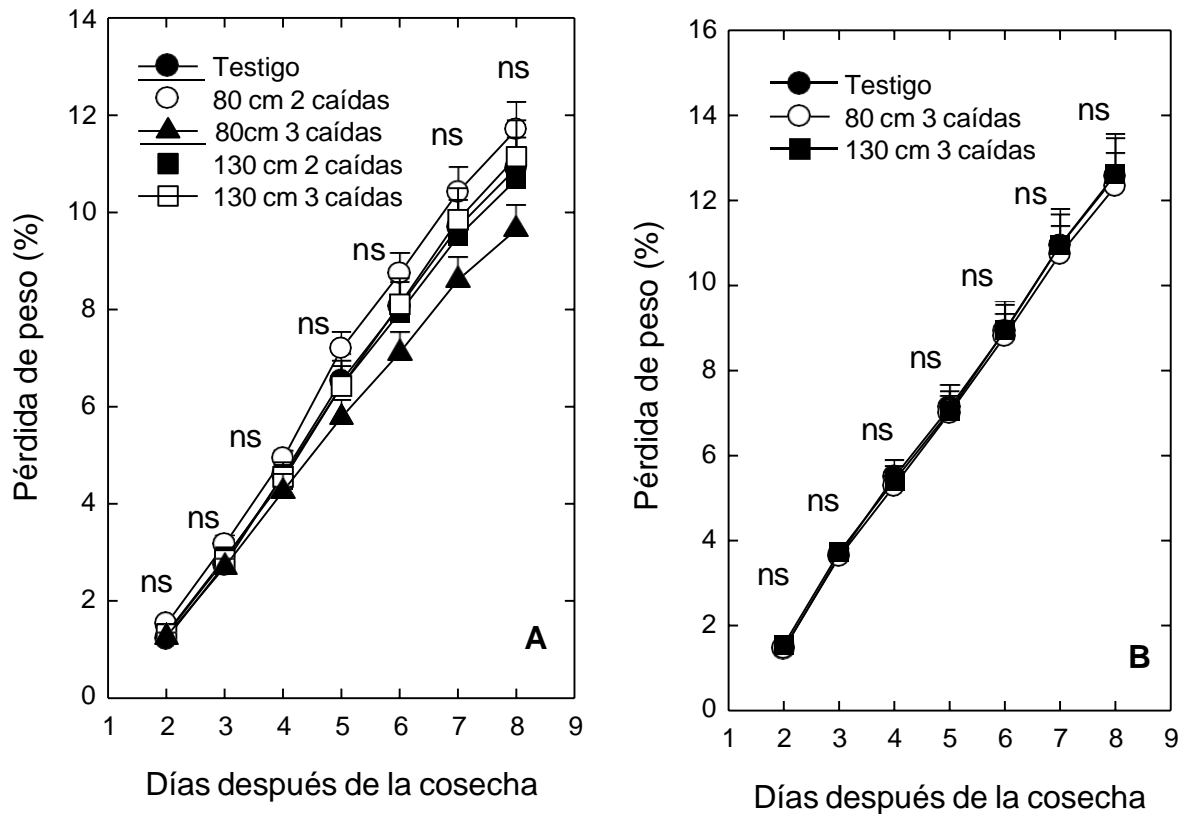


Figura 3 A y B. Pérdida de peso en frutos de guanábana después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.1.4 FIRMEZA EN EL ÁREA DAÑADA POR EL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO

La firmeza en el primer experimento no indico diferencias significativas entre tratamientos (Figura 4 A). Sin embargo, después de dos días de aplicar los tratamientos, los frutos sometidos a un esfuerzo por impacto de 130 cm en dos ocasiones mostraron una reducción de la firmeza de 79 %, comparado la firmeza del día inicial, en tanto que los frutos testigo tuvieron una disminución de 7 % y el resto de los tratamientos entre 25 y 45 % (Figura 4 A). Después del cuarto día de evaluación la firmeza fue muy similar en todos los tratamientos (Figura 4 A). El fruto de guanábana en fresco pierde entre 90 y 94 % de su firmeza inicial entre el segundo y cuarto día de cosechada (Márquez *et al.*, 2012). Lo anterior se observó en el presente experimento, y es probable que el daño por impacto acelerara estos procesos.

En el segundo experimento no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos los primeros cuatro días, ya que en el sexto día de evaluación se determinó que los frutos testigo tuvieron ocho veces mayor firmeza que los frutos que tuvieron esfuerzo por impacto de 80 y 130 cm (Figura 4 B). Lo anterior sugiere que el impacto pudo causar activación de las enzimas degradadoras de la pared celular y el proceso de ablandamiento se aceleró.

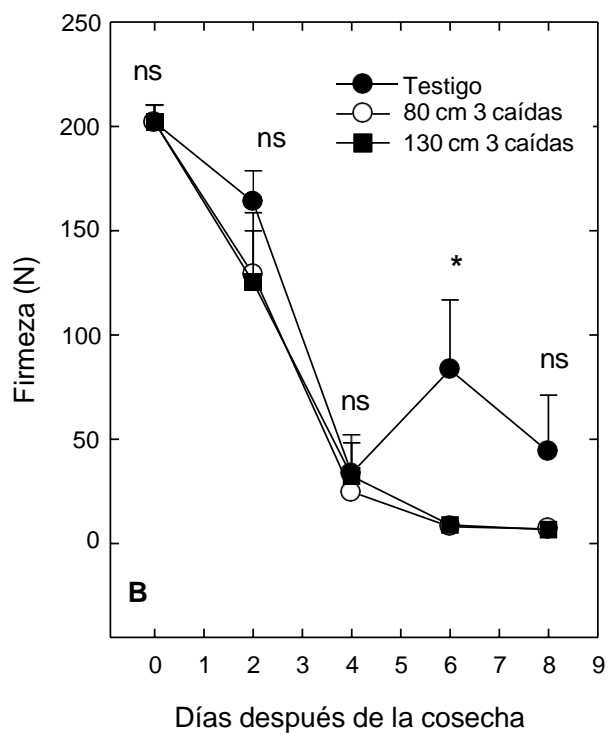
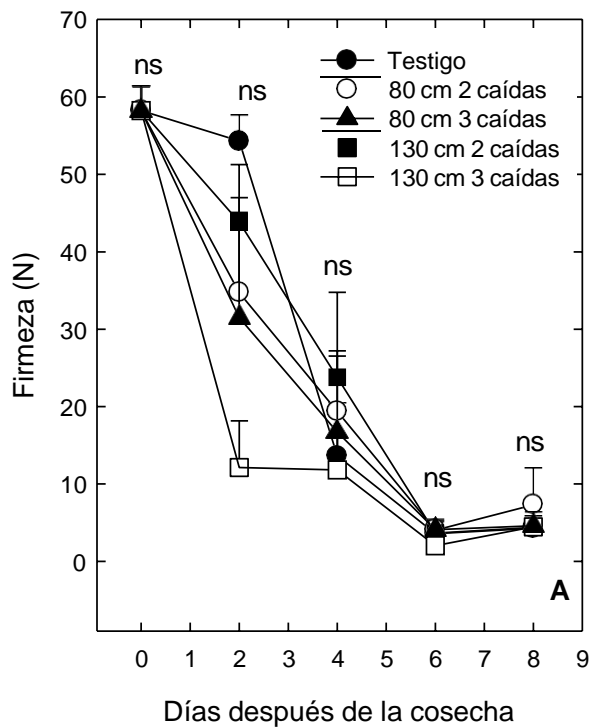


Figura 4 A y B. Firmeza en el área golpeada por el impacto después de someter frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.5. COLOR DE LA EPIDERMIS DEL FRUTO EN EL ÁREA DAÑADA POR EL IMPACTO

No se detectaron diferencias entre tratamientos en los parámetros de color de la epidermis en ambos experimentos (Figura 5). En el primer experimento el color inicial fue amarillo ($h= 94 - 96$) opaco ($C^*= 8.9 - 10.4$) y de brillo medio ($L^*= 59.2 - 74.7$) posteriormente, durante el periodo de evaluación el color se modificó hacia un amarillo ($h= 86-90$) menos opaco ($C^*= 13-17.9$) y de bajo brillo ($L= 27.8 -38.8$) (Figura 5 A, C y E). En el segundo experimento el color de la epidermis del fruto cambio de un color verde amarillento ($h= 104 - 109$) opaco ($C^*= 19.6 - 19.8$) y de brillo bajo ($L^*= 36.2-38.3$) a un color amarillo ($L= 87-91.9$) más opaco ($C^*= 8.79-14.1$) y de menor brillo ($L^*= 25.3 - 31.4$) que el color inicial (Figura 5 B, D, F) después de ocho días. Jiménez *et al.* (2016) al evaluar frutos de 13 árboles de guanábana en madurez de consumo indicó que el color promedio de la epidermis fue verde ($h= 151.7 - 164.9$) opaco ($C^* 9.4 - 21.4$) y poco brillo ($30.2 -45.8$). Sin embargo, (Evangelista y Lozano,2003) reportan que, en Morelos, los frutos de guanábana son de un color verde brillante poco intenso ($h= 92.9 - 96.7$; $L^*= 46.3 - 47.5$). Durante la maduración de los frutos de guanábana tienden a perder su brillo y el color de la epidermis cambia de un verde oscuro a un verde ligero; este cambio se atribuye a una disminución en el contenido de clorofilas a y b durante la maduración (Benkeblia y Emanuel, 2014).

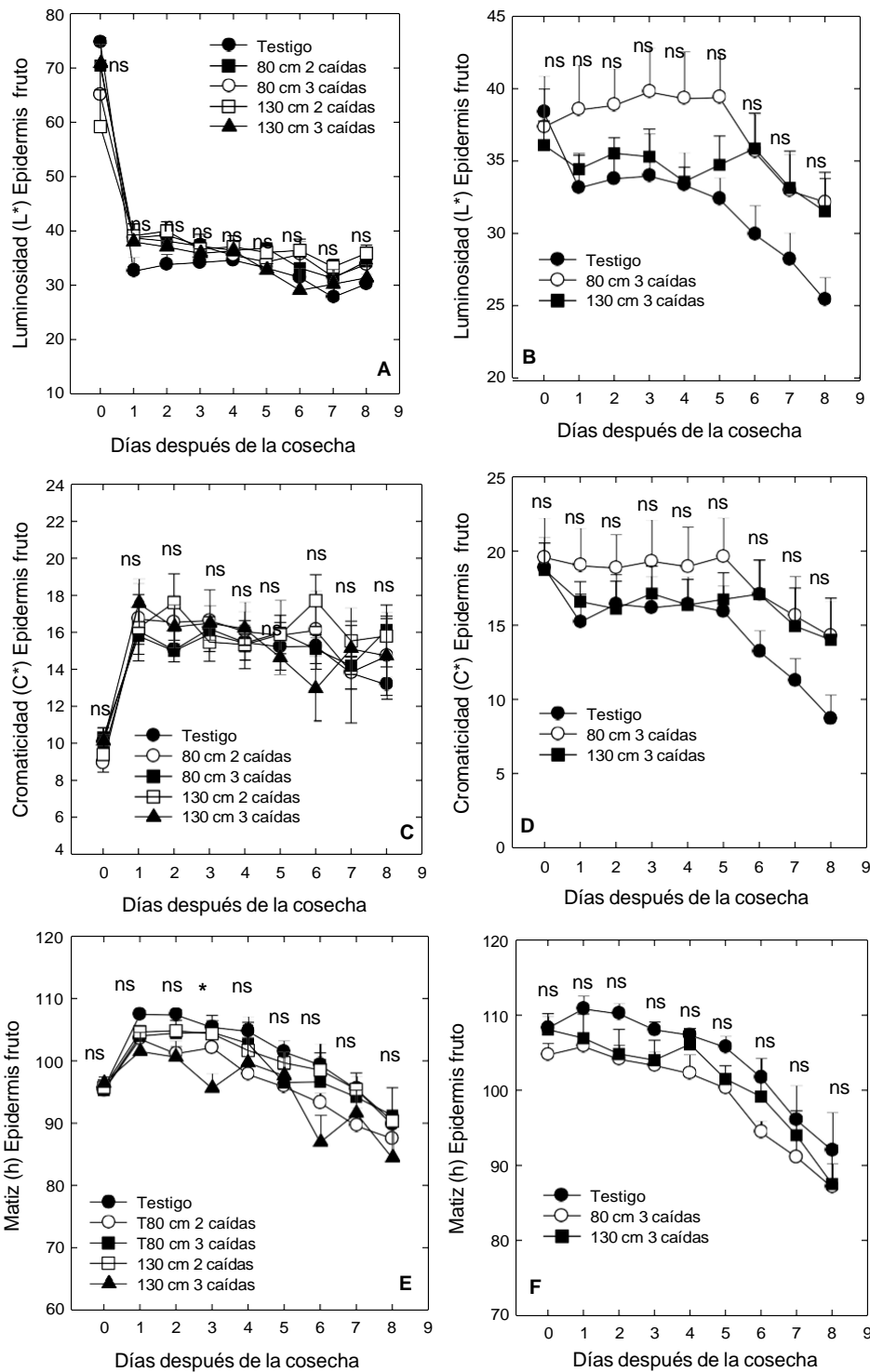


Figura 5. Parámetros de color (A, B) luminosidad, (C, D) cromaticidad y (E, F) matiz en epidermis del fruto de guanábana después de someterlo a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.6. COLOR EN LA PULPA DEL FRUTO EN EL ÁREA DAÑADA POR EL IMPACTO

En el primer experimento la luminosidad en la pulpa del fruto de guanábana evaluado en el área dañada por el impacto indico diferencias significativas entre tratamientos al cuarto día después de aplicado el tratamiento, donde los frutos con dos caídas de 130 cm obtuvieron el valor más bajo, $L^* = 57.20$, mientras que el resto de los tratamientos mostraban valores entre, $L^* = 70.48$ y 60.35 (Figura 6 A). Márquez *et al.* (2012) indican que durante la maduración de guanábana ‘Elita’ la luminosidad de la pulpa disminuye constantemente. En la cromaticidad (C^*) no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, en todos los frutos la pulpa se hizo más opaca, cambiando de valores promedio de $C^* = 13.2$ a valores entre 8.5 y 9.8 después de ocho días (Figura 6 C). Finalmente, el color de la pulpa en el matiz (h) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos; durante los primeros cuatro días de evaluación el color fue amarillo ($h = 93.7$ y 96.1) y al octavo día de evaluación cambio a un color amarillo con tendencia al naranja ($h = 88.22$ - 91.52) (Figura 6 E).

En el segundo experimento se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en la luminosidad (Figura 6 B). Los frutos con tres caídas de 80 cm mostraron los valores menores al segundo día de evaluación y en el cuarto día de evaluación los frutos con tres caídas de 80 cm y testigo obtuvieron valores mínimos entre 61.54 y 58.95 (Figura 6 B), lo cual es diferente al primer experimento. La cromaticidad en el cuarto día después de iniciado el tratamiento; los frutos con tres caídas de 130 cm indicaron valores máximos de $C^* = 13.47$ (Figura 6 D), lo cual es diferente a los esperado, ya que los frutos con mayor altura de caída se esperaba que mostrará mayor oscurecimiento en la pulpa, sin embargo, el comportamiento fue contrario. Oliviera *et al.* (1994) indican que, durante la maduración de la guanábana, el potencial de oscurecimiento disminuye, la cual se observó en el presente trabajo.

El color de la pulpa mostró poca variación durante la maduración, tanto en los frutos testigo como en aquellos donde se aplicó un esfuerzo por impacto (Figura 6 F). se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el sexto día después de iniciado el tratamiento donde los frutos testigo indicaron un valor de $h = 97.65$, mientras que los frutos con tres caídas de 80 cm y 130 cm indican valores de 72.79 y 89.89, es decir con tendencia un color naranja (Figura 6 F). Este cambio en el sexto día de evaluación sugiere que los frutos donde se aplicó el esfuerzo por impacto sí afecto

negativamente el color de la pulpa de guanábana. A pesar de que se observaron pocos cambios en la maduración de la guanábana, sí es importante mantener sin daños mecánicos el fruto, ya que puede afectar negativamente la calidad en color de la pulpa.

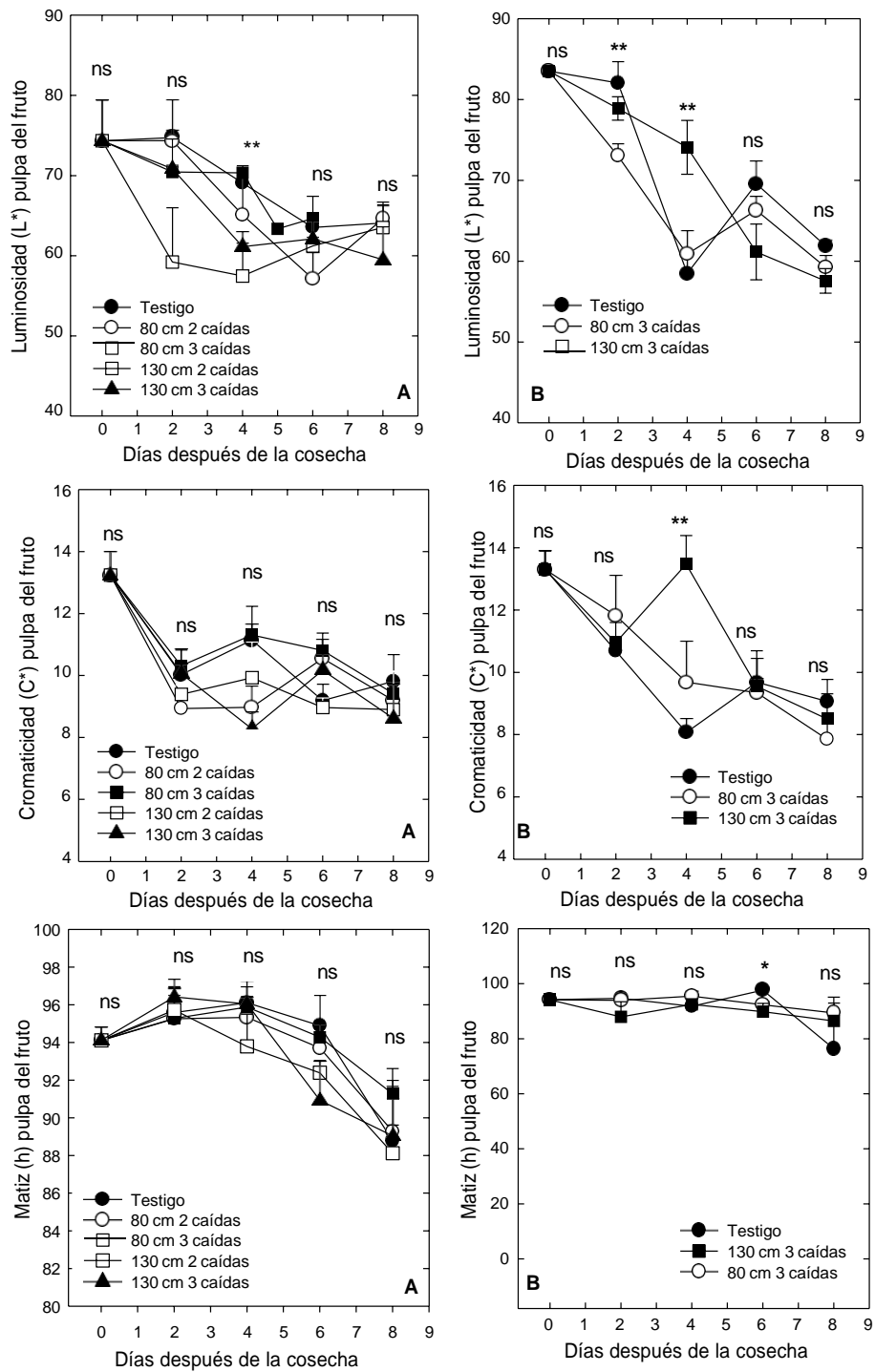


Figura 6. Parámetros de color (A, B) luminosidad, (C, D) cromaticidad y (E, F) matiz en la pulpa del fruto después de someterlo a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.7. ACIDEZ TITULABLE (AT)

La AT se incrementa durante la maduración de los frutos de guanábana (Lima y Alves, 2011). Se detectaron diferencias significativas en la AT de los frutos de guanábana, al segundo día después de iniciado el experimento; los tratamientos 130 cm dos caídas, 130 cm tres caídas y 80 cm tres caídas fueron los que presentaron valores máximos de 1.66, 1.40 y 1.32 %, el resto de los tratamientos alcanzaron valores de 0.74 y 0.52 % (Figura 7 A). Posteriormente los frutos testigo y con dos caídas a 80 cm alcanzaron su máxima de acidez (1.4 %) a los cuatro días de evaluación. (Zaharan *et al.*, 2020) reporta que, en frutos de granada sometidos a un estrés por impacto de 60 cm, el contenido de AT fue de entre 25.7 y 39.4% mayor, que en los frutos con un impacto de 40 cm y 20 cm. (Lima y Alves, 2011) indican que el incremento en los ácidos orgánicos en los frutos de guanábana puede estar asociado a: 1) el catabolismo de almidón y carbohidratos de la pared celular, los cuales suministran los sustratos para la síntesis de azúcares y compuestos volátiles, 2) la transformación de sales ácidas en forma libre y 3) la baja utilización de ácidos orgánicos en la respiración.

En el segundo experimento no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 7 B). Sin embargo, en el segundo día de evaluación los frutos con un esfuerzo de impacto de 130 cm mostraron los valores mayores de AT y posteriormente disminuyeron constantemente en tanto que los frutos con impacto de caída a 80 cm y los frutos testigo alcanzaron su máximo valor de acidez hasta el cuarto día y después tendieron a disminuir (Figura 7 B). El posterior descenso de la AT se atribuye a que los ácidos orgánicos son utilizados en mayor proporción para la respiración.

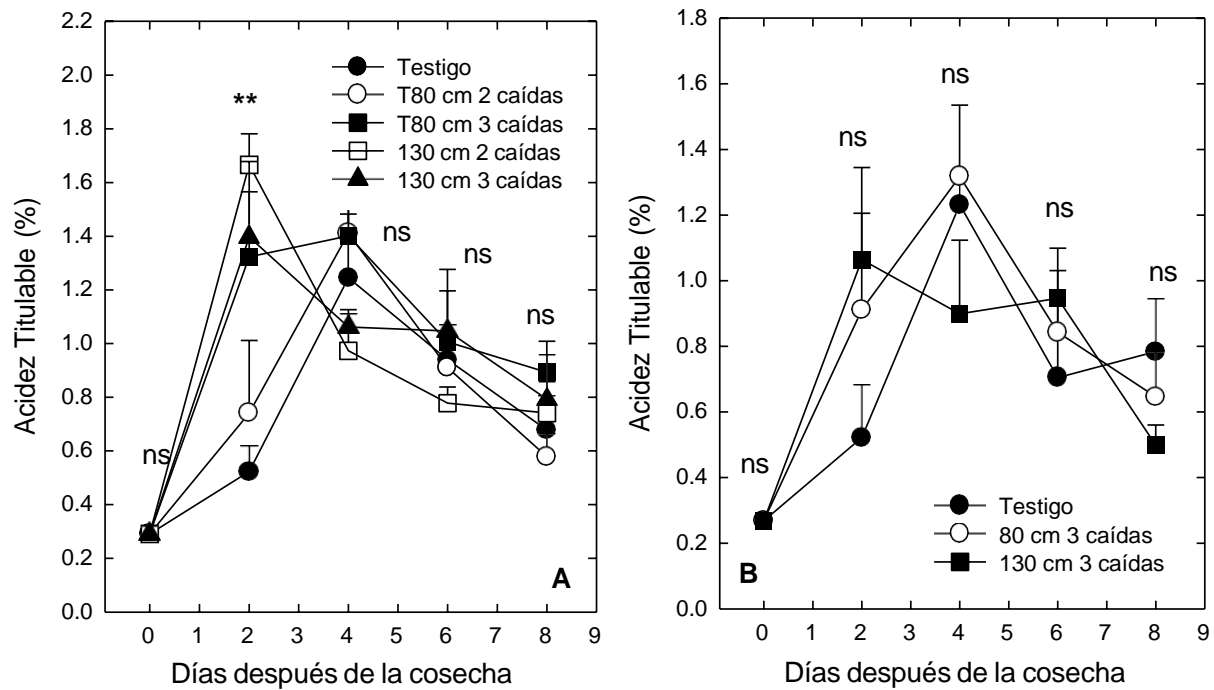
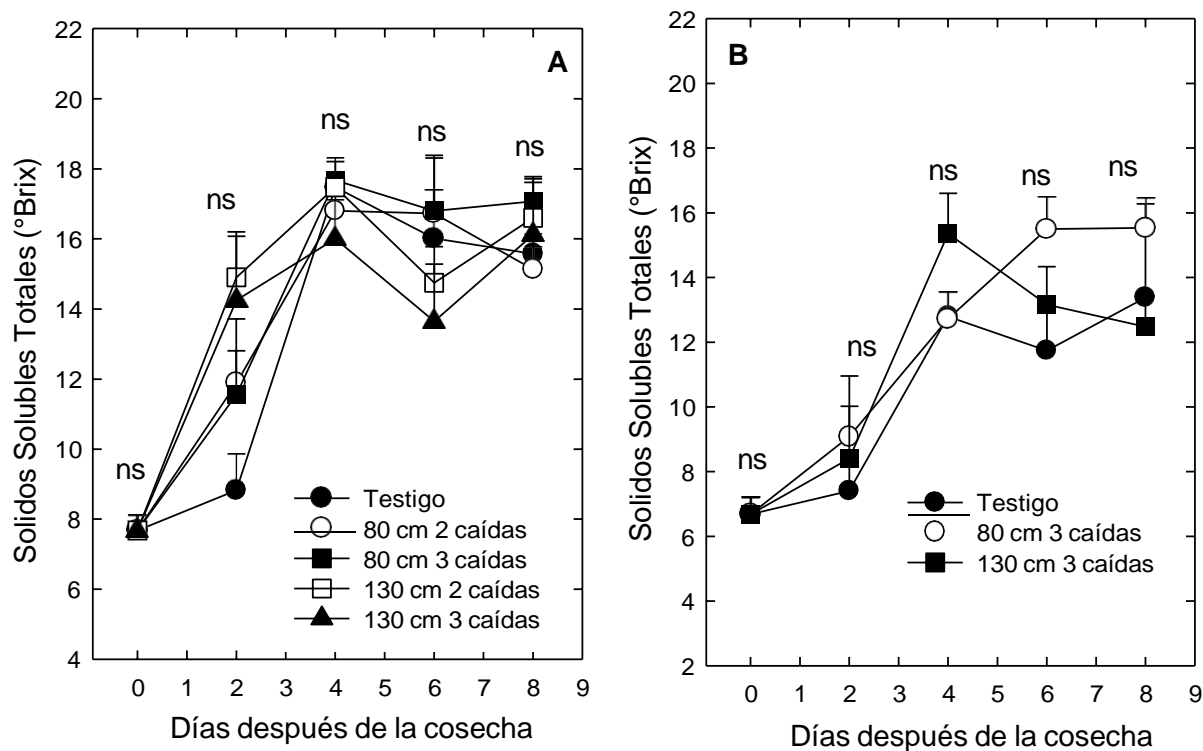


Figura 7 A y B. Porcentaje de acidez titulable después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.8. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES SST

Al inicio del primer experimento los frutos de guanábana mostraban en promedio 7.76°Bx. , después de dos días los frutos testigo aumentaron ligeramente el contenido de SST a 8.8°Bx. , mientras que los frutos con esfuerzo por impacto en dos ocasiones a 80 y 130 cm aumentaron los SST entre 11.51 y 11.87°Bx. y los frutos con tres caídas de 80 o 130 cm el contenido de SST alcanzo entre 14.34 y 15.03°Bx. (Figura 8 A). En el cuarto día de evaluación los frutos de todos los tratamientos mostraban entre 16 y 17.47°Bx. y en los días posteriores se mantuvieron entre 15 y 17°Bx. (Figura 8 A). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Figura 8 A). En el segundo experimento los frutos del tratamiento con tres caídas de 130 cm incrementaron su contenido máximo de SST a 15.36°Bx. en el cuarto día de evaluación; mientras que en los frutos con tres caídas de 80 cm su máximo valor fue de 15.63°Bx. al sexto día de evaluación y en los frutos testigo el máximo de SST se obtuvo al octavo día con 13.38°Bx. (Figura 8 B).

Los resultados sugieren que existe una rápida respuesta en los SST por el estrés del impacto, pero dado que el estrés no se mantiene por más tiempo durante el proceso de maduración y las señales derivadas del esfuerzo de impacto probablemente no lleguen a otros tejidos, lo que no ayuda a detectar el estrés fisiológico por impacto en guanábana.



Figuras 8 A y B. Solidos solubles totales después de someterlos a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 y 5 observaciones y su error estándar.

5.9. PROTEÍNA SOLUBLE

En el segundo experimento el contenido de proteína soluble disminuyó constantemente durante la maduración de los frutos de guanábana, inicialmente se tenía una concentración de $6750 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco (PS). y los muestreos posteriores se tenían entre 2800 y $3400 \mu\text{g g}^{-1}$ de PS. (Figura 9)., solo se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en el contenido de proteína soluble en el sexto día después de aplicados los tratamientos donde los frutos con tres caídas de 80 cm y tres caídas de 130 cm indicaron un contenido de proteína soluble de entre 4432.57 y $3758.22 \mu\text{g g}^{-1}$ de PS. (Figura 9). Balois *et al.*, (2018) reportan la disminución de la proteína soluble en frutos de guanábana durante la maduración, lo cual coincide con el presente estudio. La reducción de los niveles de proteínas podría estar relacionado con la hidrólisis de las proteínas para la formación de compuestos más simples (aminoácidos y péptidos) que podrían ser útiles para la función y metabolismo del fruto (Casano y Trippi, 1992). Por otro lado, algunos autores han informado que se puede mostrar una degradación de proteínas por el efecto de radicales libres que tienen la capacidad de producir daños oxidativos (ROS) asociado con el estrés oxidativo generado durante la maduración del fruto, que puede reaccionar con diversas moléculas, incluido el ADN y proteínas (Hodges, 2003; Blokhina *et al.*, 2003).

La proteína soluble en los frutos sometidos a esfuerzo de impacto mostró similar comportamiento que los frutos testigo durante los primeros cuatro días de evaluación, y posteriormente mostraron un máximo a los seis días de 3800 y $4500 \mu\text{g g}^{-1}$ de PS., para los frutos que fueron sometidos a la fuerza de impacto de 80 y 130 cm, respectivamente (Figura 9). Lo anterior sugiere, que el esfuerzo por impacto favoreció la síntesis de nuevas proteínas en respuesta al daño.

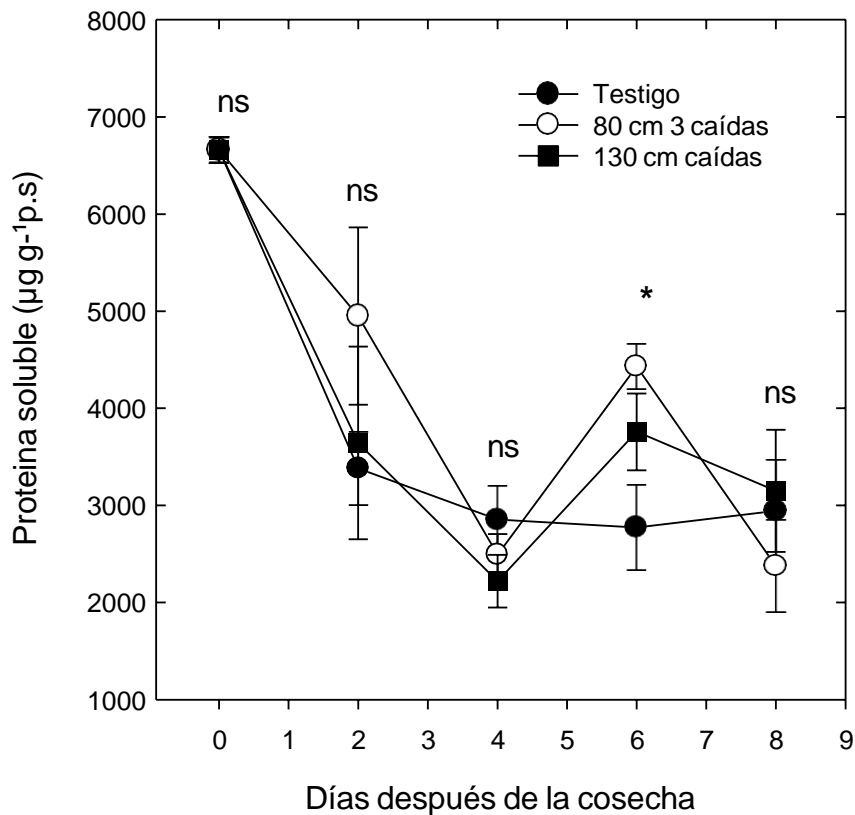


Figura 9. Proteína soluble en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 4 observaciones y su error estándar.

5.10. COMPUESTOS FENÓLICOS

La concentración de fenoles totales no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Figura 10). Los fenoles totales se incrementaron de valores iniciales de 25 mg EAG 100g⁻¹ de p.f. hasta alcanzar máximo a los cuatro días de evaluación entre 60 y 75 mg EAG 100g⁻¹ de p.f. y posteriormente disminuir hasta valores entre 40 y 56 mg EAG 100 g⁻¹ de p.f. (Figura 10). Jiménez *et al*, (2017) reportan que los fenoles disminuyen después del cuarto día durante la maduración, lo cual concuerda con los resultados obtenidos. Otros autores mencionan que los fenoles totales aumentan con el estrés producido durante su almacenamiento por magulladuras o infecciones con

hongos, aspecto que no se fue atribuible al tratamiento de daño mecánico que se aplicó en el presente trabajo.

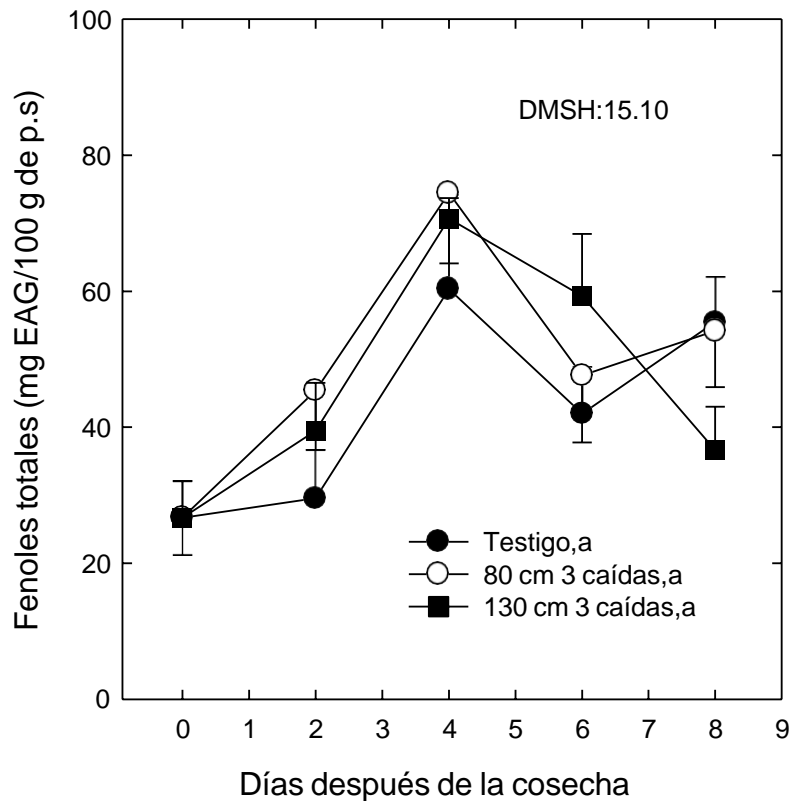


Figura 10. Fenoles totales en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar.

5.11. POLIFENOL OXIDASA (PFO)

La actividad de PFO se incrementó en los frutos donde se aplicó esfuerzo de impacto, así en los frutos donde se tuvo una caída de 80 cm en tres ocasiones la actividad de la enzima se incrementó al segundo y cuarto día; mientras que en los frutos donde se tuvieron tres caídas de 130 cm la actividad de PFO aumentó en el sexto día de evaluación (Figura 11). Los frutos utilizados como

testigo la actividad de PFO se mantuvo baja y constante durante todo el periodo de evaluación (Figura 11). Hubo diferencias entre tratamientos en el octavo día (Figura 11). *Lima De Oliveria et al.* (1994) informan que la actividad de polifenol oxidasa es baja en frutos totalmente maduros. Lima et al. (2002) indican que, durante la maduración, la actividad enzimática de la PFO en la fruta de guanábana aumenta desde el primer hasta el cuarto día de evaluación. Jiménez *et al.*, (2017) reportó que en frutos de guanábana la actividad de PFO se incrementa durante la maduración.

La enzima PFO se asocia con un oscurecimiento en la pulpa de varias frutas durante la maduración y también por el daño ocasionado a las células por estrés mecánico, en el presente estudio la mayor actividad de la enzima PFO se observó en los frutos que sufrieron tratamiento de caídas, pero no se determinó un oscurecimiento, probablemente por el bajo potencial de oscurecimiento que tiene la guanábana y el cual es menor conforme madura el fruto (*Oliveria et al.*, 1994).

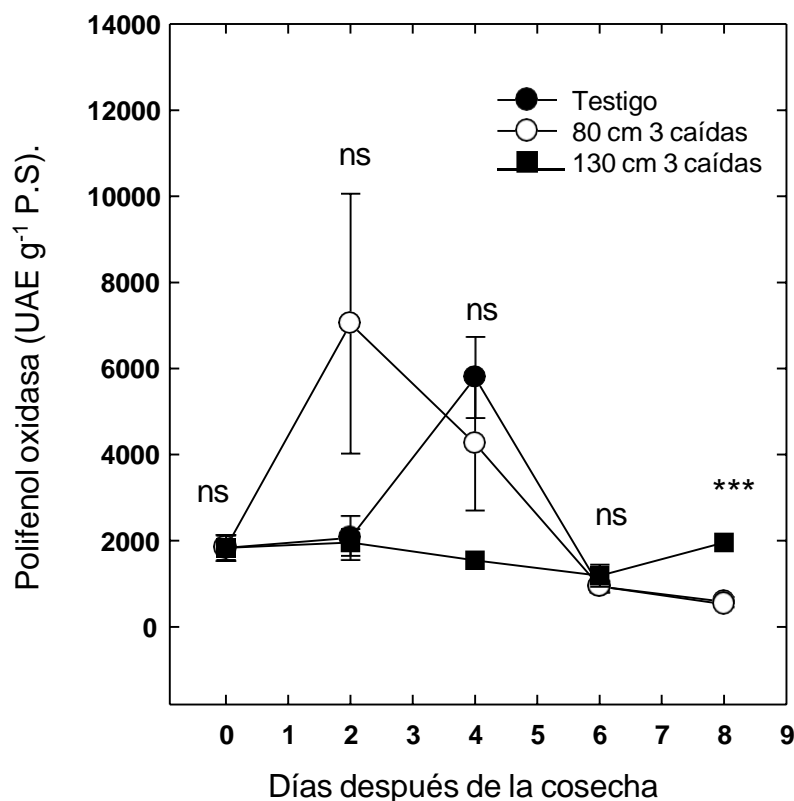


Figura 11. Polifenol oxidasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar.

5.12. PEROXIDASA

La actividad de peroxidasa (POD) en los frutos testigo de guanábana tuvo un máximo (4877.22 U g⁻¹ p.s) a los cuatro días de evaluación, mismos que se observaron en los frutos donde se tuvieron tres caídas a 80 cm al segundo día de evaluación (17729.2 U g⁻¹ p.s) y en los frutos donde la caída fue de 130 cm en el cuarto día de evaluación (32958.3 U g⁻¹ p.s.), pero con menor intensidad que los frutos testigo (Figura 12). Balois *et al*, (2018) reportan que la actividad de POD en frutos de guanábana disminuyeron al cuarto día de maduración y después aumentó en el sexto día. Este comportamiento se atribuye a la inducción de la madurez de consumo y el inicio de senescencia o probablemente se debe a la presencia de compuestos fenólicos libres factibles de reacción, ya que el aumento en la actividad de POD está relacionada con el incremento de la respiración durante el climaterio (Alia *et al.*, 2002). También se ha encontrado que el aumento de la actividad de POD soluble se ha propuesto como un parámetro de maduración y senescencia en frutos de manzana (*Malus domestica Borkh.*) esto pudiera explicar el comportamiento de POD en el presente experimento.

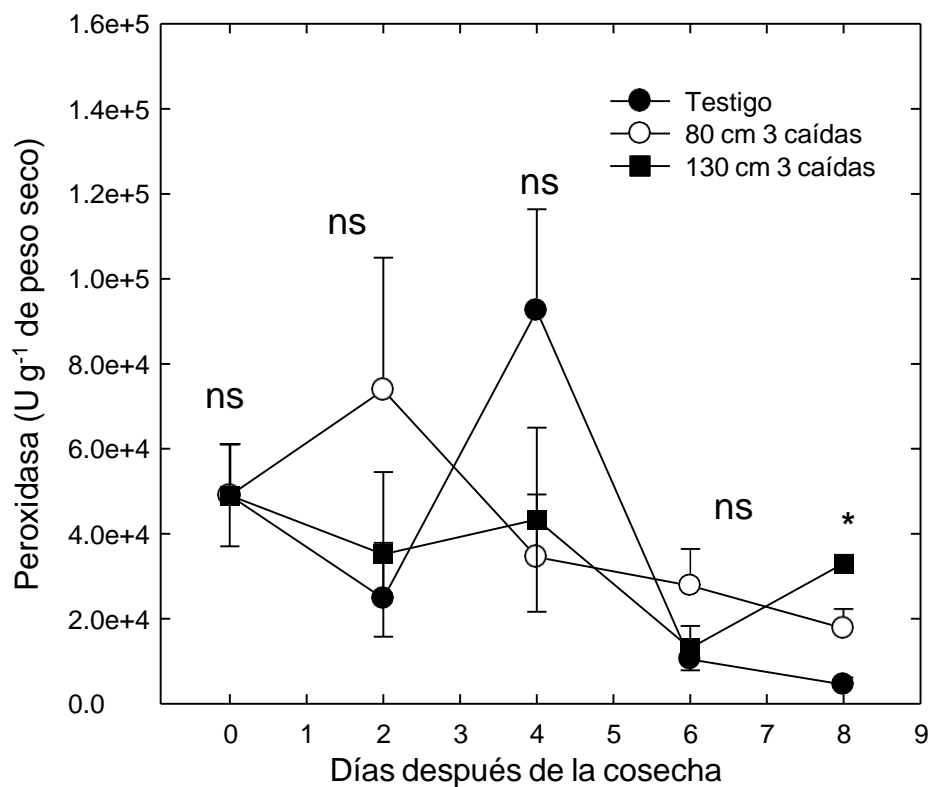


Figura 12. Peroxidasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar.

5.13. SUPEROXIDO DISMUTASA

La actividad de SOD indico diferencias significativas entre tratamientos después del sexto día de aplicado el experimento (Figura 13), los frutos que tuvieron tres caídas de 130 cm obtuvieron un valor de 13.25 U g⁻¹ p.s. sin embargo disminuyó considerablemente su actividad en el octavo día con un valor de 3,15 UAE g⁻¹ p.s. *Balois et al.*, (2018) reportaron que la actividad de SOD se incrementa significativamente durante la maduración detectando un aumento. La actividad en SOD durante la maduración puede contribuir a la acumulación de superóxido y peróxido de hidrógeno, e incrementar el estrés oxidativo (*Rogiers et al.*, 1998)

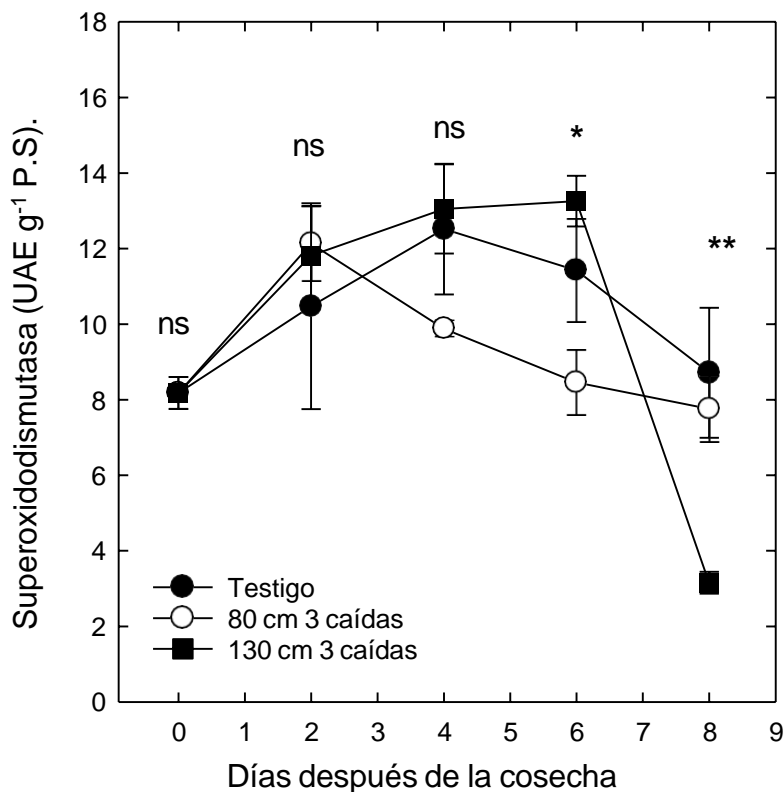


Figura 13. Superóxido dismutasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar.

5.14. CATALASA

La actividad de catalasa mostró diferencias significativas entre tratamientos en el octavo día de evolución, los frutos que tuvieron tres caídas de 80 cm tuvieron un valor máximo de $3937.5 \text{ U g}^{-1} \text{ p.s.}$, los frutos testigo mostraron $1937.5 \text{ U g}^{-1} \text{ p.s.}$ y los frutos de tres caídas de 130 cm indican un valor $979.16 \text{ U g}^{-1} \text{ p.s.}$ (Figura 14) Balois *et al.*, (2018) reportan que la actividad de CAT se incrementa significativamente durante la maduración del fruto. El incremento puede deberse a la alta frecuencia respiratoria y otros procesos oxidativos que ocurren durante la maduración (Djanaguiraman *et al.*, 2010). Otros autores señalan que una vez que la madurez de consumo se ha cumplido, la fruta continúa con el proceso oxidativo que conduce a la senescencia, lo que provoca

la aparición de áreas necróticas, que puede ser una consecuencia de desequilibrio entre la alta concentración de oxígeno y la baja actividad de CAT (Foyer y Noctor, 2005).

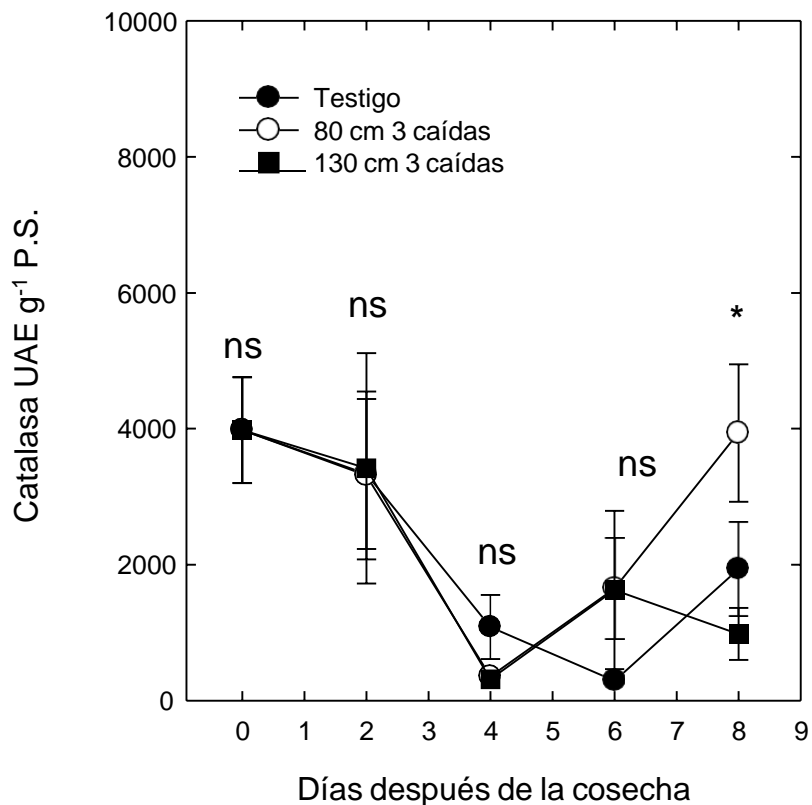


Figura 14. catalasa en el área dañada después de someter los frutos de guanábana a un esfuerzo de caída libre desde diferentes alturas. Cada punto representa la media de 5 observaciones y su error estándar.

6. CONCLUSIONES

El daño mecánico por impacto afectó de manera significativa la velocidad de respiración, firmeza y acidez titulable. La producción de etileno y sólidos solubles totales muestran menor respuesta al esfuerzo de caída. El impacto a mayor altura ocasiona mayor intensidad de respuesta. La calidad del fruto de guanábana es afectada negativamente por la caída de los frutos a una altura mayor de 80 cm.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alia, T. I., Colinas L. M. T., Martínez, D. M. T., & Soto, H. M. R. (2005). Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore and Stearn) II: Cambios en fenoles totales y actividad enzimática. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(1), 25-32.
- Ansari, M.W., & Tutejam N. (2015). Postharvest quality risks by stress/ethylene: management to mitigate. *Protoplasma: International Journal of Cell Biology*, 252(1), 21-32.
- Armstrong, P. R., Brown, G. K., & Timm, E. J. (1995). Cushioning choices can avoid produce bruising during handling Kushwada, L. R. & Serwatowski, R. Brook (ed). *Harvest and postharvest technologies for fresh fruits and vegetables* (pp. 183-190.) Guanajuato, México. ASAE.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). Official methods of analysis. (16^a ed). Virginia, USA.
- Balois, R., Jiménez, J. O., Alia, I., López, G. G., Palomino, Y. A., & Sánchez, L. M. (2018). Antioxidant enzymes and antioxidant activity in two soursop selections (*Annona muricata* L.) from Nayarit, Mexico stored at 15 °C. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(1), e-083.
- Beyer, F. W., & Fridovich, I. (1987) Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of minor changes in conditions. *Analytical. Biochemistry*, 161(2), 559-566.
- Benkeblia, N., & Emanuel. M. A. (2014). Variation of reducing and total sugars, total phenols and chlorophylls in soursop (*Annona muricata*) during three “On Tree” ripening stages, *Acta Horticulturae*, 1047, 153-158.
- Blokhina, O., Virolainen, E., & Fagerstedt, K.V. (2003). Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*, 91(1), 179-194.

- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, (72),248-254.
- Casano, L.M., & Trippi, V.S. (1992). The effect of oxygen radicals on proteolysis in isolated oat chloroplasts. *Plant Cell Physiology*, 33, 329-332.
- Cepeda, O. R. (1995). Resultados de seminario y cursos del programa nacional de capacitación agropecuaria, INCA Rural. Bogotá, Colombia.
- Cerdas, M., Umaña, G., & Castro, J. (2007). Manual de manejo de poscosecha de anona (*Annona cherimola* Mill.). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp.16.
- Coêlho de Lima M. A. and R. E. Alves. (2011). Soursop (*Annona muricata* L.). In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits. Vol. 4. Yahia, E. M (ed.). *Mangosteen to White Sapote*. (Pp:363-391). Woodhead Publishing. Cambridge, UK.
- Coria, T. A. V., Montalvo, G. E., & Obledo, V. E. N. (2018). Soursop (*Annona muricata* L.). In: Yahia, E. M (ed.). *Fruit and vegetable phytochemicals and human health*. V. 2. (pp: 1243-1252). Woodhead Publishing. Cambridge, UK.
- Chonhenchob, V., Sittipod, S., Swasdee, D., Rachtanapun, P., Singh, S. P., & Singh, J. (2009). Effect of truck vibration during transport on damage to fresh produce shipments in Thaila. *Journal of Applied Packaging Research*, 3(1),27–38.
- De Martino, G., Massantini, R., Botondi, R., Mencarelli, F. 2006. Temperature affects impact injury on apricot fruit. *Postharves Biology and Technology*, 25(2),145-149.
- Djanaguiraman, M., Sheeba, J.A., Devi, D.D., Bangarusamy, U., & Prasad, P.V.V. (2010). Nitrophenolates spray can alter boll abscission rate in cotton through enhanced peroxidase activity and increased ascorbate and phenolics levels. *Journal of Plant Physiology*,167(1).1-9.

- Ericsson, N. A., & Tahir, I. I. (1996). Studies on apple bruising. I. Estimation of incidence and susceptibility differences in the bruising of three apple cultivars. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 46(4), 214-217.
- Espinosa, I., Ortiz, R. I., Mata, M., & Montalvo, E. (2012). Physiological and physicochemical behavior of soursop fruits refrigerated with 1-methylcyclopropane. *Journal of food Quality*, 36(1),10-20.
- Evangelista, L.S., Cruz, C.J.G., Pérez, G.S., Mercado, S.E., & Dávila, O.G. (2003). Producción y calidad frutícola de guanábannos (*Annona muricata* L.) provenientes de semilla de Jiutepec, Morelos, México. *Revista Chapingo Serie. Horticultura* 25, 329-331.
- Famiani, F.; Battistelli, A.; Moscatello, S.; Cruzcastillo, J.G.; Walker, R.P. (2015). The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits: occurrence, metabolism and factors affecting their contents—a review. *Revista Chapingo Serie Horticultura* ,21(2),97-128.
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CL). (1987). Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortalizas.
- Foyer, C.H., & Noctor, G. (2005). Oxidant and antioxidant signalling in plants: a reevaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell & Environment*,28(8). 1056-1071.
- Flurkey W H. & Jen, J.J. (1978) Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. *Journal of Food Science*. 43:1828-1831.
- Giannopolities, C. N. & Ries, S.K. (1977). Superoxide dismutases. *Plant Physiology*,59.309-314.
- González, E. A. R, Luna, C. L., Moreno, A. R., De la cruz, C. I., & Barajan, H. P. (1999). Distribución del género *Annona*. In: MEMORIA DEL CONGRESO INTERNACIONAL DE ANONÁCEAS, México: Tuxtla Gutiérrez. p.85.
- Gutierrez, A., Burgos, J. A., & Molto, E. (2007). Pre-commercial sorting line for peaches firmness assessment. *Journal of Food Engineering*, 81(14), 721–727.

- Hodges, D.M. (Ed.). (2003). Postharvest oxidative stress in horticultural crops. New York: Food Products Press.
- Jiménez, Z. J. O., Balois, M. B., Alia, T. A., Sánchez, H. L. M., Jiménez, R. E. I., Bello, L.J. E., García, P. J. D., & Juárez, L. P. (2017). Cold storage of two selections of soursop (*Annona muricata* L.) in Nayarit, Mexico. *Journal of Food Quality*, 9.1-9
- Jiménez, Z. J.O., Balois, M. R., Alia, T. I., Juárez, L. P., Sumaya, S. M.T., & Bello, L. J.E. (2016). Caracterización de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.) en Tepic, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6), 1261-1270.
- Khan, A. A., & Vincent, F.V. (1993). Compressive stiffness and fracture properties of apple and potato parenchyma. *Journal Texture Studies*, 24(4). 423-435.
- Knee, M., & Miller, R. (Ed.). (2000). Mechanical injury. In: *Fruit Quality and Its Biological Basis*. Sheffield, Inglaterra. Academic Press - CRC Press.
- Kuskoski, E.M. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(4).726-732.
- Lamikanra, O. (1995). Enzymatic browning of muscadine grape products. In: Lee, C. L., & Whitaker, J. R. (Eds.) *Enzymatic Browning and its Prevention* (pp. 166-177). Washington D.C., USA: Ed. ACS.
- Lima, M. A. C., Alves, R. E., & Filgueiras, H. A. C. (2002). “Avaliação da qualidade e da susceptibilidade ao escurecimento oxidativo de graviola (*Annona muricata* L.) durante maturação pós-colheita,” *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 46, 23–26.
- Márquez, C. C.J., Villacorta, L.C., Yepes, B.D.P., Ciro, V. H.J., & Cartagena, V. J.R. (2013). Physiological and physico-chemical characterization of the soursop fruit (*Annona muricata* L. cv. Elita). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(1). 6477-6486.
- Oliviera, S. L. D., Barbosa, G. N., Sucupira, M. I., & Souza, L. A. V. (1994). Polyphenoloxidase activity, polyphenols concentration and browning intensity during soursop (*Annona muricata* L.) maturation. *Journal Food Science*, 59(5).1050-1052.

- Pantastico, E. B. (Ed.) (1979). Structure of Fruits and Vegetables. In: *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. Westport, Connecticut, U.S. A. AVI Publishing Company, INC.
- Ramírez, J. (2008). Central Mayorista de Antioquia, Medellín. Boletín informativo, pp. 25.
- Rao, M. A., & Steffe, J. F. (1992). Viscoelastic properties of foods. New York, USA. Elsevier Applied Science.
- Rogiers, S.Y., Mohan, K. G. N., & Richard, K. N. (1998). Maturation and Ripening of Fruit of (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) are Accompanied by Increasing Oxidative Stress. *Annals of Botany*, 81(2). 203–211.
- Lima de Oliveira, S., Barbosa G. N., Sucupira, M. M. T., & Souza, L. A.V. (1994). Polyphenoloxidase activity, Polyphenols concentration and browning intensity during soursop (*Annona muricata* L.) maturation. *Journal of Food Science*, 59(5). 1050-1052.
- Salveit, M. E. (2016). *Respiratory metabolism*. In: Pareek, S. (Ed.). *Postharvest Ripening Physiology of Crops*. (pp: 139-156). USA. CRC Press-Taylor & Francis Group.
- Sanusi, S. B., & Bajkar, M. F. A. (2018). Soursop – *Annona muricata*. Rodrigues, S., Silva, E. de O., Brito, E. Sousa (eds.). In: *Exotic fruits. Reference guide*. (pp: 391-395). London, Inglaterra. Academic Press.
- Shirazi, A., & Cameron, A.C., (1993). Measuring transpiration rates of tomato and other detached fruit. *Horticultural Science*, 28(10). 1035-1038.
- SIAP (Servicio de Información Agrícola y Pesquera). (2017). Cierre de la Producción Agrícola. Consultado el 2 de abril de 2019. (En línea) Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Sogvar, O.B., Saba, M.K., & Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 114.29-35.

- Stauffer, C. E. (1989). *Enzyme Assays for Food Scientists*. New York, USA. Van Nostrand Reinhold.
- Strail, P., Klejdus, B. & Kubán, V. (2007). Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. *Talanta* 71:1741-1751.
- Vergano, P. J., Testin, R. F., Choudhari, A. C., Newall, W. C. (1992). Peach vibration bruising: effect of paper and plastic films between peaches. *Journal Food Quality*, 15(2). 183-197.
- Vidal, H. L. (1981). Efecto de reguladores de crecimiento en la formación de frutos partenocàrpicos en la guanábana (*Annona muricata* L.). Congreso Nacional de Fruticultura . Guadalajara: ConafrutSerh.
- Waterman, P. G., & Mole, S. (1994) *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Inglaterra.
- Zaharan. H., Olaniyi, A. F., Umezuruike, O. O., (2020). Effects of bruising and storage duration on physiological response and quality attributes of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae* 207.1-9.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

JEFATURA DE PROGRAMAS EDUCATIVOS DE POSGRADO

Cuernavaca, Morelos, 6 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)”** que presenta la: **I. H. MITZI KETZALI MORALES MORA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. EDUARDO CAMPOS ROJAS
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

EDUARDO CAMPOS ROJAS | Fecha:2021-08-10 16:56:10 | Firmante

D31LXDB+Lh0yfmjB03Pzj8cuhNjaVeGNTLuh20FKmTTFxX6DXRSpVq8/V0z1QrNuXV4iMCqdHdJk2ipm4JOzbT4uX9hHaL09L9zLK8IhwuUArQT6lQZdddiz8F3Sd7G0jDjMS6SR
a0pjddsFZn/wEvqgCif8R7RZ5arXBRYbRhd4YSf3Luf8dpJP9tiragm2AbY5a5fweNr4wkPRE1AN1DWBQRQ6hobKoRbNXs1LilmGE5yWmLLm69AGOE4HWjls2jsNgDbeUqs2Nj
Q7Pho8Vq+zM89LG/F+AI77aGKzLFBzuSLqlymIz6Sj3dBW/U0NKSBiZ7RMhDylvhKBpecQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



iHwPO8

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/LFcANFQzBF8xv7mhZPoEMxtrEbQ62pVh>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

JEFATURA DE PROGRAMAS EDUCATIVOS DE POSGRADO

Cuernavaca, Morelos, 6 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)”** que presenta la: **I. H. MITZI KETZALI MORALES MORA**, mismo que fue desarrollado bajo mi dirección y la codirección del **DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. IRAN ALIA TEJACAL
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

IRAN ALIA TEJACAL | Fecha:2021-08-07 10:33:43 | Firmante

M2x4EakTwxU9pijpbegITR7LEsFE+nUTwBchJxSu4bEP6V4UnqjM+7c4f+HQCfnrEI44d6NAo+uVrmwJoOH+j4sLfQdwlluMJWuiwi19kqeutXI/kXXcS9NkrrZLAa2vqpJDGDFtMZzcnc+kfIY3eufkIStAYA56R6bSk8elmZb51Sg33ixqYCF1sY32U8hHXkO+j/4f1WqLs3lnXMciH0XnOrk2Q7i15nV7rpu0dAawGSSEPEZxcABK5Td5FvnK3c3qxn0/dxG3eUrzzgp3X3r2k5vSCCPa1fM5qgDTWWQYgnhefe1hKaRHRXZjbHojilecvQpSOIQ0mplWTrRg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Gnb4vJ

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Zjg4kBrN0dsYrNraaHxviK7TMhHn6sS5>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

JEFATURA DE PROGRAMAS EDUCATIVOS DE POSGRADO

Cuernavaca, Morelos, 6 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)”** que presenta la: **I. H. MITZI KETZALI MORALES MORA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. PORFIRIO JUÁREZ LÓPEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PORFIRIO JUAREZ LOPEZ | Fecha:2021-08-06 10:17:00 | Firmante

Y/kdkuwQK/RFFRoSfYO/3ZitvoKTMuydwgWjgxoK7hB8K426gdDp8oOo/dx+XTxp6i1nOBSJrrleyLqk0w/hso8/e2+E5UqGXYCb2Fet75B/banFzUyd61LSww5zG2aKUz9Un+kYUK
dJGj9dObRbl1uEMuiiGUi1DB0LZ1nqAjkdFXo8sCFrTUKEX/5F6F2cSyAbYHa4BXDduMI3KuyE0WVW4tgFYtErwq24oPLSXuDGLVWtTeOwt5vGIYY5EzV7gmS4j8JG3gyu27NRtG
nl1b38BHA00tGIP4SOX8Y45BfWCPDXD/a4TrhCA90Qa/FwhyFQkHgtSbQ5PtzpQQKil4A==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[cJA8nl](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/loSsqSJPNz5ECxs2Ew0k2vtjdHRv97Yk>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

JEFATURA DE PROGRAMAS EDUCATIVOS DE POSGRADO

Cuernavaca, Morelos, 6 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)”** que presenta la: **I. H. MITZI KETZALI MORALES MORA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2021-08-06 14:11:43 | Firmante

b/GRttOPY1MwiakZrOoahZIOEUPSBQz9XON2b4Bv+1e2nbeENVKoPF2c+EJeUirhVPHJ6khchtULjiFHor1D758OxSGqf3+D8NpPsyqFNzPUUtBoY+Xyq7Xlktvfd9iwff6FcMm1Kf
wVk+FdX8F17e8Wq2L0V+nglOXytGyfyFKL+DYB7QOPtkhvS3bJtYEq7YBovbaFBOZ3TXQptB6YMUxAp/CF4g/XYRb7D8+U24O82vJGObEOBXJbiyMRwOYGHcnrevVWuFYd
GR1juxEh520kbfpKH7wYtyBwt4ZwxaSNpagsE0gC+BPaqdu5HrumCE49jlbJvcIKBH/bhOtpA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[YdcDoq](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/SURISQ0RBbkPt2H5uLiRV3fkx0hQheYn>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

JEFATURA DE PROGRAMAS EDUCATIVOS DE POSGRADO

Cuernavaca, Morelos, 6 de agosto de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **“EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL DAÑO MECÁNICO POR IMPACTO EN GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)”** que presenta la: **I. H. MITZI KETZALI MORALES MORA**, mismo que fue desarrollado bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL** y la codirección del **DR. ARTEMIO PÉREZ LÓPEZ** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DRA. GLORIA ALICIA PÉREZ ARIAS
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Av, universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México 62209
Tel (777)3297046, 3297000 Ext. 3304. fagropecuarias@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

GLORIA ALICIA PEREZ ARIAS | Fecha:2021-08-06 09:52:02 | Firmante

UPT6izfXG1QpE41Um9UkNJJUjElgJd9G8yrC7q+tXFLhjLewqijJ8Tks2DdGKjyMWVVMiULEHUslQuA/1Mj1EbvEOezd3ZUHxqmZDaw+PHAqJU7Zt73yVvaO4zo66Hlulpk1z0xV
VwKgW0pQ97OuZrWtU5Yt9oqDjBmIQMuLUT2iswAgyZw4B+pERs7AmLXEJEwl5MPn2ysPeCctMegrNQGesYRF3z/VRRSkNSDeaByq5FDqcg27NTWGVxwoy+JPE6vKbezKN
ZhetN8zvZLERnyj3JFqJHO9wQWVXAVB4TI7efbshqW7YYv3OTrdBv/37sjBq3wGDVf9pW86r3Rw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



CMIBsP

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/5nME5t97xQe3ljoDeV9GhmDxfbMfzGPi>

