

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) BAJO TRES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

**TREIZY JOHANA RIASCOS R.
KAREN ANDREA DAJONES M.**



**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
BUENAVENTURA
2022**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE GUAYABA
(*Psidium guajava* L.) BAJO TRES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO**

**TREIZY JOHANA RIASCOS R
KAREN ANDREA DAJONES M**

Informe de pasantía presentado como requisito para optar el título de Agrónomo

**DIRECTOR
Mag. CARLOS DIAZ DAGUA**

**Línea de proyección social:
Protección vegetal**

**UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
BUENAVENTURA
2022**

RESUMEN

Se evaluó el proceso de maduración fisiológica del fruto de guayaba, se seleccionaron 180 frutas que se adquirieron en la plaza de mercado. La unidad experimental consistió en 10 frutos. Se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones: temperatura ambiente, almacenamiento en cuarto con aire acondicionado (21°C) y almacenamiento en nevera (8-10°C). Las variables a evaluar fueron, pérdida de peso, firmeza de fruto y sólidos totales. La mayor pérdida de peso se registró en los frutos almacenados en refrigeración, seguido del tratamiento en aire acondicionado y los almacenados a temperatura ambiente tuvieron la mayor pérdida de peso, siendo el tratamiento de medio ambiente el que alcanzó el valor crítico de dureza, los frutos refrigerados alcanzaron un valor mínimo, siendo esta la mejor opción para almacenar la fruta haciendo más lento su deterioro. En la variable sólidos solubles totales, el tratamiento expuesto al medio ambiente alcanzó el pico máximo, el tratamiento expuesto al aire acondicionado alcanzó sus valores máximos. De acuerdo a estos resultados se puede concluir que los frutos de guayaba tienen un comportamiento de maduración tipo climatérico y pueden ser cosechados al llegar a su madurez fisiológica teniendo la capacidad de continuar su proceso de maduración hasta alcanzar su madurez comercial, sin embargo, su tiempo de vida útil está sujeto a las condiciones de almacenamiento, donde la temperatura es tal vez el factor determinante que debemos controlar, siendo deseable las temperaturas inferiores a 21°C y superiores a 10°C, con el fin de evitar el daño por frío.

Palabras claves: frutos tropicales, etapa fisiológica de frutos, grados brix- frutos

ABSTRACT

This work, the physiological maturation process of the guava fruit was evaluated, 180 fruits that were purchased in the market place were selected. The experimental unit consisted of 10 fruits. Three treatments with three repetitions were evaluated: room temperature, storage in an air-conditioned room (21°C) and storage in a refrigerator (8-10°C). The variables to be evaluated were weight loss, fruit firmness and total solids. The greatest weight loss was registered in the fruits stored in refrigeration, followed by the treatment in air conditioning and those stored at room temperature had the greatest weight loss, being the environmental treatment the one that reached the critical value of hardness, the fruits refrigerated reached a minimum value, being this the best option to store the fruit slowing down its deterioration, In the total soluble solids variable, the treatment exposed to the environment reached the maximum peak, the treatment exposed to air conditioning reached its maximum values. According to these results, it can be concluded that guava fruits have a climacteric ripening behavior and can be harvested when they reach physiological maturity, having the ability to continue their ripening process until reaching commercial maturity. however, its useful life is subject to storage conditions, where temperature is perhaps the determining factor that we must control, temperatures below 21°C and above 10°C being desirable, in order to avoid cold damage.

Keywords: hardness, brix grade, weight, loss



DEDICATORIA

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que ayudaron de una u otra forma a realizar con éxito este trabajo, por eso dedico este trabajo con inmenso cariño y amor.

Primordialmente a Dios que sin el no sería alcanzado esta meta.

A nuestras madres Nancy Riascos y Cecilia Mancilla por todo su apoyo confianza y comprensión

A mi esposo Jarvin Mauricio por acompañarme siempre por compartir momentos especiales y tiempos de tristezas .

A Nuestros hijos Allen Mathias Rojas R, Allam Hurtado Dajones y Karol Andrea Ballesteros D. por ser el motor de nuestras vidas para luchar cada día que pasaba para cumplir esta meta.

A mi hermano, amigos y familiares que nos brindaron su apoyo incondicional para lograr esta meta .

A nuestras abuelas y Abuelo Elena Torres, Maria A Hinestroza y Jose M, Riascos por hacer parte de este proceso por inculcarnos siempre el respeto y esperanza .

AGRADECIMIENTOS

Dejo expresando nuestras mas sinceros agradecimientos a Dios por darnos la , inteligencia sabiduria, paciencia y entendimiento para desarrollar e implementar este proyecto, en especial a nuestroa padres Arinson Riascos y Nancy Riascos, Beder H. Dajones H. y Cecilia Mancilla O. por su dedicacion a nuestra formacion y sobre todo por enseñarnos que el ser humano debe soñar en grande con responsabilidad y respecto .

Agradecemos a nuestro tutor Carlos Diaz Dagua por su orientacion y apoyo incondicional, sus valiosos conocimiento,paciencia y dedicacion las cuales nos permitieron que este trabajo investigativo llegara a un feliz término .

A los docentes del programa de agronomia Universidad del Pacifico quienes aportaron sus saberes empíricos por la dedicacion, entrega y compromiso academico.

A los docentes Dagoberto Riascos ,Victor H. Moreno M. y Elizabeth M. por su apoyo incondicional para terminar esta meta .

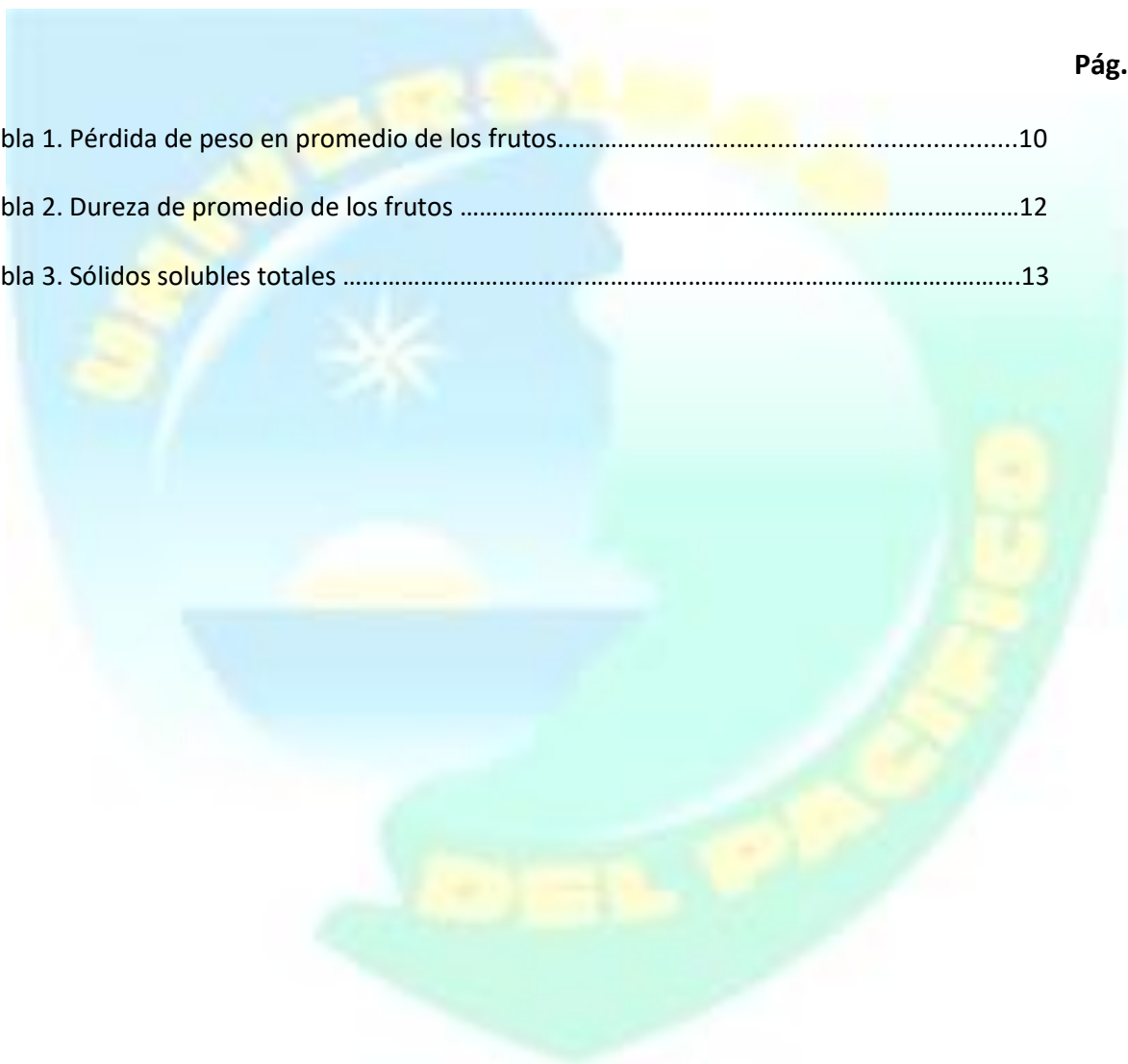
A nuestros hermanos Valeria Riascos, Sofia Riascos, Glenda Riascos y Mariajosé Riascos Jenny Dajones, Beder Dajones y Kelly Valencia a nuestrsos hijos, Allem Mathias Rojas ,Karol Ballestero,Allam Hutado y Katling Quiñones a mis amigos Andy Riascos, Katerin Duque y Yajaira Cordoba los que cultivamos una linda amistad .

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 2. OBJETIVOS..... | 4 |
| 2.1 GENERAL..... | 4 |
| 2.2 ESPECIFICOS | 4 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 3.1 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA..... | 5 |
| 3.2 MORFOLOGIA DEL FRUTO..... | 5 |
| 3.3 ORIGEN Y PRODUCCIÓN AGRONÓMICA..... | 5 |
| 3.4 FISIOLÓGÍA DE MADURACIÓN DEL FRUTO DE GUAYABA..... | 6 |
| 3.4.1 Efecto de temperatura de almacenamiento..... | 6 |
| 3.4.2 Maduración del fruto | 6 |
| 4. METODOLOGÍA..... | 7 |
| 4.1 LOCALIZACIÓN..... | 7 |
| 4.2 MÉTODO..... | 7 |
| 4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL | 8 |
| 4.3.1 Variables de respuesta | 8 |
| 4.3.2 Procesamiento estadístico | 9 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS | 10 |
| 5.1 PERDIDA DE PESO | 10 |
| 5.2 FIRMEZA | 11 |
| 5.3 SOLIDOS (SST)..... | 12 |
| 5.4 CALIDAD VISUAL | 14 |
| 6. CONCLUSIONES | 15 |
| 7. RECOMENDACIONES | 16 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 17 |
| 8. ANEXOS | 19 |

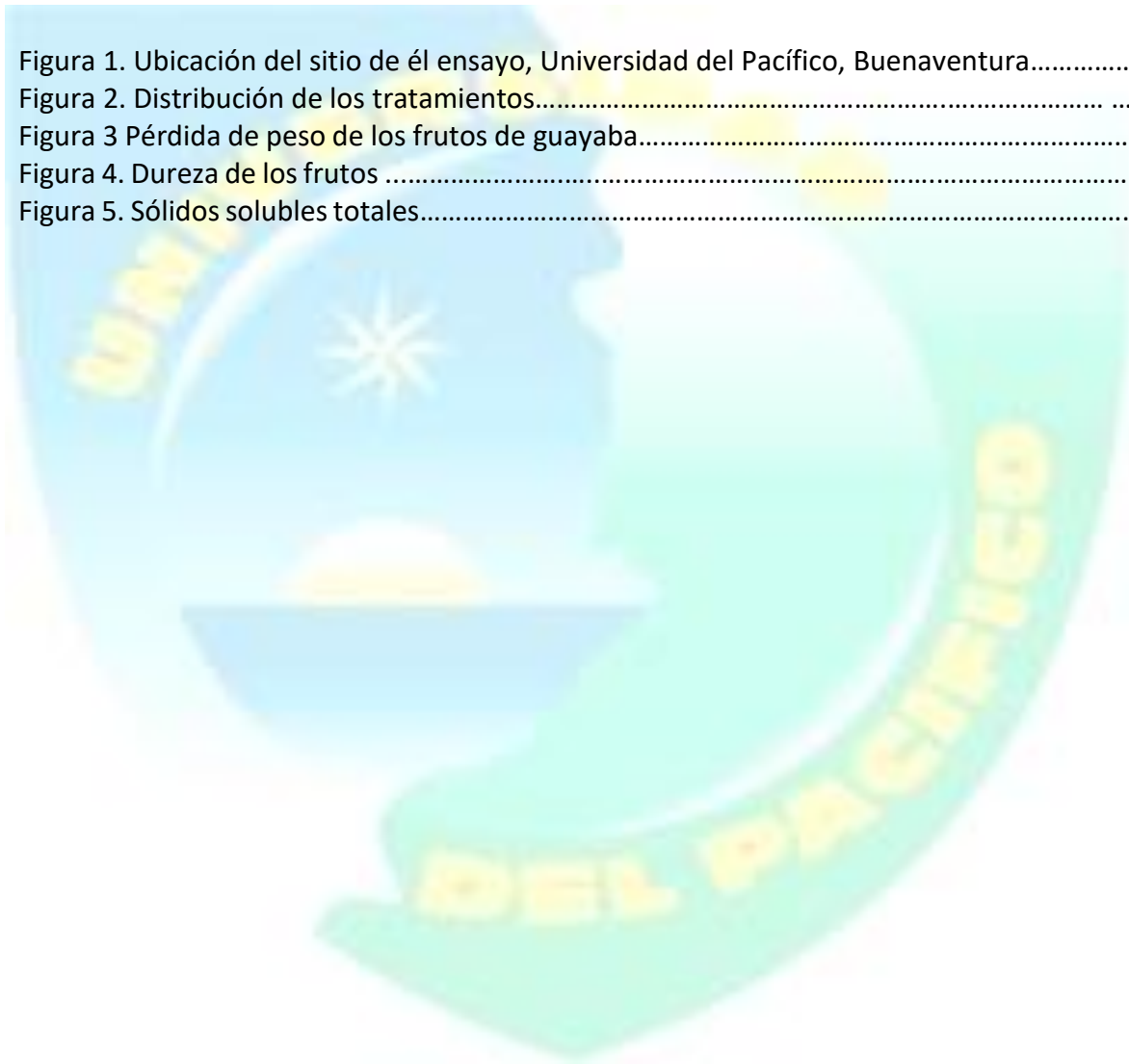
LISTAS DE TABLAS

| | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Pérdida de peso en promedio de los frutos..... | 10 |
| Tabla 2. Dureza de promedio de los frutos | 12 |
| Tabla 3. Sólidos solubles totales | 13 |



LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| 1. Figura 1. Ubicación del sitio de él ensayo, Universidad del Pacífico, Buenaventura..... | 7 |
| 2. Figura 2. Distribución de los tratamientos..... | 8 |
| 3. Figura 3 Pérdida de peso de los frutos de guayaba..... | 11 |
| 4. Figura 4. Dureza de los frutos | 12 |
| 5. Figura 5. Sólidos solubles totales..... | 13 |



LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| Anexo 1. Imagen selección de frutos sin daños mecánicos..... | 19 |
| Anexo 2. Imagen selección de frutos para cada tratamiento..... | 19 |
| Anexo 3. Imagen selección de frutos para cada repeticiones..... | 19 |
| Anexo 4. Imagen rotulación de los frutos..... | 19 |
| Anexo 5. Imagen pesados de los frutos | 19 |
| Anexo 6. Imagen maduración T1 del fruto a los 5 días..... | 19 |
| Anexo 7. Imagen maduración T2 a los 5 días..... | 20 |
| Anexo 8. Imagen frutos con presencia de enfermedad..... | 20 |
| Anexo 9. Imagen 1. Frutos con esporulación de un hongo..... | 20 |

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la alimentación es uno de los componentes más importantes de la canasta familiar, día a día las familias se preocupan por adquirir diferentes productos para satisfacer las necesidades nutricionales de sus integrantes; esta práctica es realizada en diferentes espacios, como supermercados, plaza de mercado o galerías.

La guayaba (*Psidium guayaba* L.) es uno de los frutos de mayor demanda en Colombia, su consumo se realiza principalmente en fresco para preparación de jugos y como materia prima para elaboración de mermeladas, bocadillos, néctares y pastelería (García et al, 2011). En la cadena de comercialización, los frutos sufren pérdida de peso, un deterioro paulatino significativo y por lo tanto reducción de su vida útil por efecto del acelerado proceso de maduración el cual es influenciado por las condiciones de almacenamiento, desmejorando su apariencia y calidad (Celis, 2014). Sus frutos se consideran como perecederos debido a su rápido deterioro fisiológico, el cual se comienza a presentar poco tiempo después de la cosecha, una vez cosechado el periodo de mercadeo está influenciado principalmente por daños físicos, temperatura y humedad relativa (Parra, 2014).

Se estima que en países desarrollados las pérdidas postcosecha, se encuentran entre 5-25 % del total de frutas frescas, incluyendo la guayaba. Sin embargo, en países en vías de desarrollo, este porcentaje puede alcanzar hasta un 80 % debido a varios factores (Sánchez et al., 2010), estos son principalmente el deterioro fisiológico (envejecimiento, cambios causados por respiración y transpiración), los daños mecánicos (abrasiones, caídas, heridas), daños físicos externos, (sobrecalentamiento o congelación) y enfermedades y gas (FAO, 1993). En el caso de la guayaba, los daños fisiológicos y mecánicos son muy determinantes para la conservación de la calidad del fruto, estos daños en ocasiones son muy difíciles de ser detectados a simple vista, pero conforme la fruta va terminando su vida en anaquel son mucho más notorios, lo que también se ve reflejado en pérdidas económicas (Yam et al., 2010).

Según el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de la FAO hoy en día hay alrededor de 2.000 millones de personas desnutridas en el mundo por lo que aumentar la producción de alimentos es primordial para suplir la demanda alimenticia del planeta, pero también es necesario disminuir las pérdidas de los alimentos ya producidos (FAO et al., 2020).

De acuerdo con la alta demanda de frutos de guayaba en postcosecha, la producción a nivel mundial es del 1.2 millones de toneladas siendo India, Pakistán con 50% y México 25% de las producciones. Por la perecibilidad del producto y su delicadeza para el manejo, el consumo oscila entre 20.3 kilogramos, cabe resaltar que la disponibilidad del fruto en el mercado es casi todo el año, sus pérdidas son del 5 al 25 % por factores que inducen en la madurez de dicho fruto como el deterioro fisiológico por daños mecánicos los cuales son de gran importancia económica, en la industria colombiana, su rendimiento abarca 10 toneladas de rendimientos por años.

Es necesario diagnosticar y evaluar el rendimiento del fruto de guayaba para proponer estrategias que lleven al mejoramiento del rendimiento del fruto y con ellos alcanzar una buena rentabilidad socioeconómica en el mercado mediante el aumento de ingresos.

En la ciudad de Buenaventura, pese a que existen varias galerías y almacenes de cadena, donde se visibilizan el ejercicio de compra y venta; son pocos los hallazgos en materia de investigación que permitan evidenciar la vida útil y las pérdidas postcosecha de frutas y verduras.

En este orden de ideas, esta investigación se propone: determinar el comportamiento de maduración de fruto de guayaba bajo diferentes condiciones de almacenamiento y estimar el tiempo de vida útil bajo los parámetros seleccionados.

La investigación se enmarca en un estudio exploratorio el cual se mide la evolución del proceso de deterioro de los frutos de guayaba en tres ambientes de almacenamiento que corresponderían a almacenes de cadena, tienda de barrio y hogares de consumo

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el DNP, las pérdidas de alimentos en Colombia en los procesos de postcosecha, almacenamiento y transporte ascienden al 40.4%, afectando la cantidad de alimento disponible para el consumo e incrementado los precios, reduciendo el acceso a los mismos y aumentando los índices de seguridad alimentaria del país (DNP, 2016). A pesar de la importancia del tema, en Colombia son pocos los estudios que midan la pérdida y del desperdicio de alimentos en almacenes de cadena.

En general el DNP ha hecho una aproximación a la situación actual del problema. En el sector de las frutas y vegetales por cada 10.434.327 toneladas disponibles al año, se pierden o desperdician 6.081.134 toneladas, lo que equivale al 58 por ciento (DNP, 2016). De esta cantidad, en los supermercados, tiendas de barrio, plazas de mercado y en los hogares se desechan para el caso de frutas y vegetales 1.699.910 toneladas, lo cual representa un 28 por ciento de lo que se daña (DNP, 2016).

Al ser una fruta perecedera, la guayaba en el transcurso del tiempo pierde peso después de la cosecha y a partir de 5 a 7 días disminuye su vida útil, lo que restringe su comercialización en mercados locales y extranjeros, acorde a las prácticas inadecuadas del producto recibido las pérdidas aumentan, lo que conlleva a encontrar alternativas de solución que puedan aumentar la preservación de los frutos (García *et al.*, 2011).

En nuestra investigación hemos planteado la siguiente pregunta: ¿Cuál es el comportamiento en postcosecha de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) bajo tres condiciones de almacenamiento? Con esta pregunta se busca evaluar, las diferentes metodologías de almacenamiento que efectúen en el fruto de guayaba una mejor conducta y un mayor rango de vida útil.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Evaluar el comportamiento postcosecha del fruto de guayaba bajo tres condiciones de almacenamiento.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar las mejores condiciones de almacenamiento postcosecha para el fruto de guayaba usualmente usadas en el distrito de Buenaventura.
- Determinar el tiempo máximo de almacenamiento postcosecha del fruto en los ambientes evaluados.
- Cuantificar las pérdidas postcosecha en las condiciones evaluadas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CLASIFICACION TAXOMINICA

El nombre genérico de *Psidium* proviene del griego *psidion* que significa granada, por la aparente semejanza de los frutos a este artefacto de uso militar. El nombre específico de *guayaba* es una palabra indígena originada de la voz haitiana guajava, la cual fue tomada por los españoles y luego, con algunas modificaciones, pasó a otros idiomas (Gutiérrez, 2013).

Según (Morton, 1987), la clasificación taxonómica de la guayaba es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Rosidae
Orden: Myrtales
Familia: Myrtaceae
Subfamilia: Myrtoideae
Género: *Psidium*
Especie: *Psidium guajava* L.

3.2 MORFOLOGÍA DEL FRUTO

El fruto es una baya carnosa de ovario ínfero, rugosa o lisa, punteada densamente, muy aromática con forma de pera, ovoide o redonda, de corteza lisa o averrugada. Su color exterior es amarillo verdoso o amarillo claro en su madurez. La pulpa es jugosa de color blanco amarillento, rosado o rojo dependiendo de la variedad. Presenta sabor desde muy dulce hasta muy ácido y el aroma desde fuerte y penetrante hasta débil y agradable (Gutiérrez, 2013; Yam et al., 2010).

3.3 ORIGEN Y PRODUCCIÓN AGRONÓMICA

La guayaba es nativa de América tropical y en la actualidad se extiende en zonas de clima caliente de Centroamérica, Sudamérica y también se distribuye en la cuenca amazónica (García, 2010). Los principales países productores de este fruto son: India, Brasil, Pakistán, México, Colombia, Perú, Ecuador, Sudáfrica, China, Egipto, Estados Unidos, Filipinas, Kenia, Jamaica, Australia, Venezuela, Costa Rica, República Dominicana, Cuba y Puerto Rico. Estos países destinan la mayor parte de su producción para consumo interno, sin embargo, algunos exportan parte de su producción de guayaba fresca o procesada principalmente a los Estados Unidos, Canadá, Japón y aquellos que pertenecen a la Unión Europea (Espinoza, 2015). La producción anual de guayaba en Colombia está estimada en 81800 t/año, de las cuales cerca del 69 % se usa para consumo en

fresco y el resto se destina para la fabricación de dulces, conocidos como bocadillo (López-Santos et al., 2017).

3.4 FISIOLÓGÍA DE MADURACIÓN DEL FRUTO DE GUAYABA

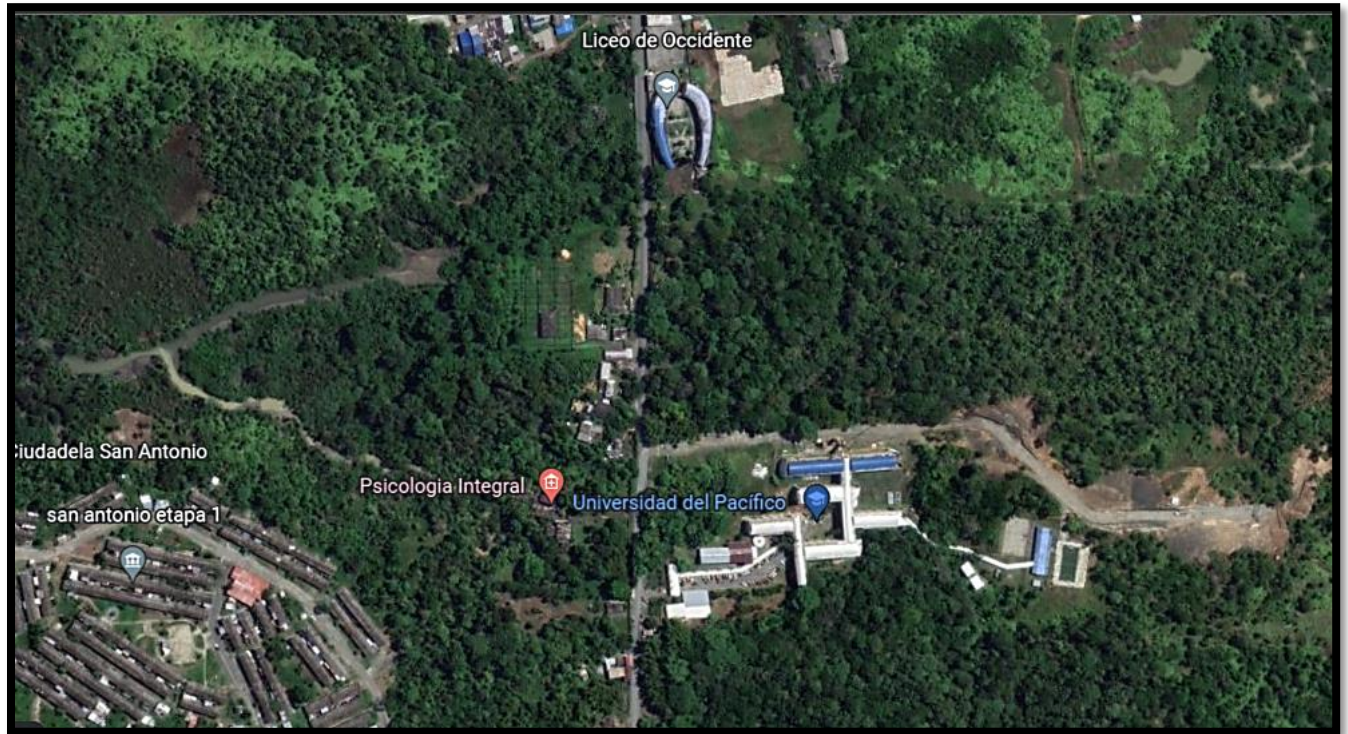
3.4.1 Efecto de temperatura de almacenamiento. El almacenamiento a baja temperatura es la herramienta más efectiva para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas, ya que reducen el metabolismo y por tanto su deterioro (Kader, 1999); sin embargo, el metabolismo de frutos tropicales y subtropicales, como la guayaba, se ve alterado cuando se exponen a temperaturas de refrigeración por debajo de 8°C dando lugar a una disfunción fisiológica conocida como daño por frío. La manifestación de este daño fisiológico es el resultado de la alteración de los procesos metabólicos normales de las células y los tejidos (figura 1), el cual varía de acuerdo al tejido, la edad fisiológica, su condición metabólica, nivel de exposición a la temperatura crítica de daño, entre otros, y se expresa en diferentes síntomas visuales como lesiones en la superficie, oscurecimiento de los tejidos internos, áreas hundidas, incremento en la permeabilidad de las membranas, deshidratación, alteración del proceso de maduración, senescencia acelerada, cambios en la composición química, baja calidad sensorial y aumento en la sensibilidad a enfermedades. Este fenómeno tiene una alta repercusión en el manejo de los frutos debido a la incertidumbre que se presenta para utilizar la refrigeración en su conservación e incrementar su vida útil (Parkin et al., 1989; Paull, 1990).

3.4.2 Maduración del fruto. Con el fin de prevenir la generación de desperdicios de frutos en la etapa de comercialización se debe realizar una revisión de los estándares de almacenamiento. Esto hace necesario revisar el efecto que tienen los estándares de calidad estéticos en la selección y descarte de frutos debido a que esto contribuye a reducir la pérdida de alimentos.

4 METODOLOGÍA

4.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del



Pacífico, campus universitario de la ciudad de Buenaventura, con coordenadas geográficas aproximadas de $3^{\circ}50'54''N - 76^{\circ}59'59''W$ (figura 2). El área de estudio posee condiciones climáticas con precipitación promedio de 7000 mm anuales, humedad relativa promedio de 80% y una temperatura promedio mensual de $26^{\circ}C$ (IDEAM, 2010) Figura 1. Ubicación del sitio de él ensayo, Universidad del Pacífico, Buenaventura.

4.2. MÉTODO

Se seleccionaron 180 frutas recién colectadas que presenten síntomas de madurez fisiológica (cambio de color verde oscuro a verde claro en la epidermis). Los frutos presentaron color y tamaño uniforme, sin presentar daños mecánicos o señas de ataque de plagas o enfermedades. Una vez se constató el buen estado de los frutos estos se asignaron a los diferentes tratamientos a los que se les realizó el análisis y seguimiento de las características organolépticas en postcosecha durante el almacenamiento y permanencia en anaquel de venta en el almacén. La

Temperatura y la humedad relativa se registraron todos los días mediante un dispositivo de medición digital.

4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de almacenamiento del fruto de guayaba en postcosecha, se realizó un ensayo de tres tratamientos y tres repeticiones para un total de 9 unidades experimentales siguiendo un diseño experimental de bloques completamente al azar en su distribución, más no en sus análisis discriminados así (figura 3):

T1: Temperatura ambiente

T2: Almacenamiento en cuarto con aire acondicionado (21°C)

T3: Almacenamiento en nevera (8-10°C).

Figura 2. Distribución de los tratamientos

| Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Tratamientos | Dosis |
|----------|----------|----------|--------------|---|
| 2 | 4 | 1 | 1 | Temperatura ambiente |
| 1 | 3 | 2 | 2 | Almacenamiento en cuarto con aire acondicionado |
| 4 | 1 | 3 | 3 | Almacenamiento en nevera |
| 3 | 2 | 4 | 4 | Control |

4.3.1. Variables de respuesta. Los frutos se seleccionaron formando grupos de diez o más unidades de tamaño homogéneo a las cuales se les realizaron las siguientes mediciones:

- Pérdida de peso, se realizó en una balanza con una sensibilidad de 0.1 gramo, se cuantificaron por la diferencia entre el peso inicial y el peso final, estos se midieron en los tiempos determinados previamente (diez mediciones) y se sacaron los promedios correspondientes.
- Apariencia física del fruto (calidad visual), para medir este parámetro se tomaron fotografías en cada muestreo con una cámara digital de un teléfono móvil marca Samsung y se clasificaron de acuerdo a una escala artificial así: excelente, buena, regular y no apto para comercialización.
- Firmeza del fruto, se midieron en el diámetro ecuatorial de la fruta por medio de un penetrómetro. Se realizó una medición por repetición y por tratamiento. Una vez tomada la medida la fruta sale del proceso de toma de datos.

- Sólidos solubles totales (°Brix), se utilizó un refractómetro según la norma colombiana NTC 4624 (ICONTEC, 1999)

4.3.2 Procesamiento estadístico. Se usó la estadística descriptiva con énfasis en los resultados promedios con los datos obtenidos, se construyeron líneas de progreso del efecto de la temperatura en la guayaba.

No se pudo realizar el análisis de ANOVA y Pos ANOVA debido a la alta homogeneidad de los datos.



5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 PÉRDIDA DE PESO

En este estudio se observó que la mayor pérdida de peso promedio (7.82%), se registró en los frutos almacenados en refrigeración en el día siete, seguido del tratamiento en aire acondicionado (7%), los frutos que no se sometieron a ningún tratamiento (control) tuvieron la mayor pérdida de peso en el día cinco con una pérdida de peso promedio del 6.81%. Luego de alcanzar la mayor pérdida de peso en todos los tratamientos los frutos comenzaron a disminuir el porcentaje de pérdida hasta alcanzar los mínimos que para los frutos al medio ambiente se alcanzó a los 12 días con el 1.02%, los frutos en refrigeración tuvieron un mínimo de pérdida a los 16 días y su valor fue del 1.43%, igualmente el tratamiento sometido al almacenamiento en aire acondicionado alcanzó su mínimo a los 16 días con el 2.36%. Los resultados se muestran en la tabla 1.

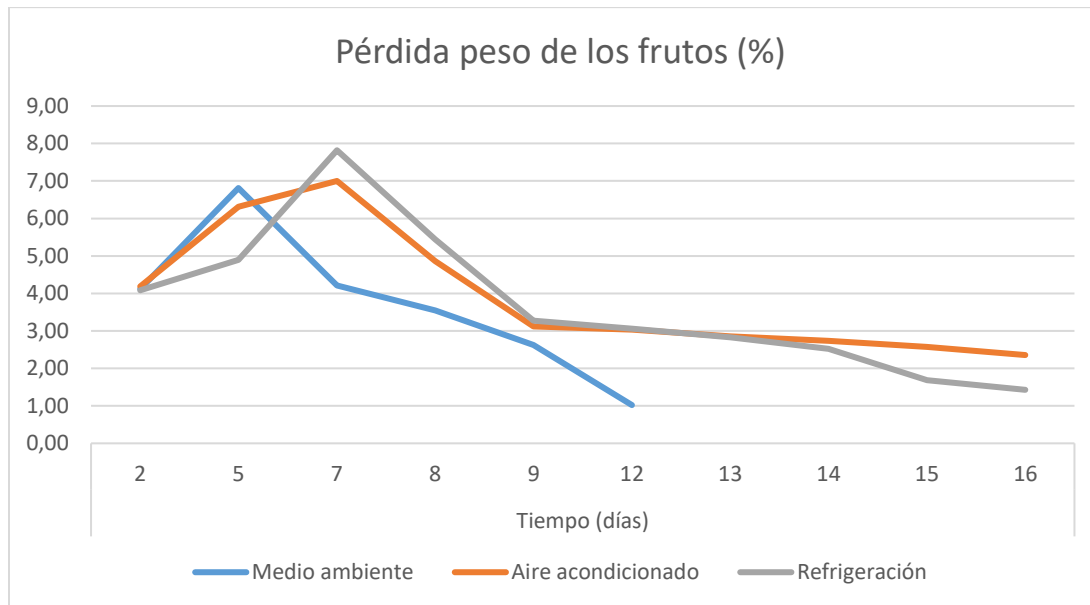
| | Tiempo (días) | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 5 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Medio ambiente | 4,12 | 6,81 | 4,21 | 3,54 | 2,62 | 1,02 | | | | |
| Aire acondicionado | 4,18 | 6,32 | 7,00 | 4,86 | 3,12 | 3,03 | 2,85 | 2,73 | 2,58 | 2,36 |
| Refrigeración | 4,09 | 4,90 | 7,82 | 5,44 | 3,27 | 3,06 | 2,83 | 2,52 | 1,69 | 1,43 |

Tabla 1: Pérdida de peso en promedio de los frutos

La figura 3 nos muestra que todos los tratamientos presentan un aumento progresivo en la pérdida de peso hasta alcanzar un valor máximo para luego decaer hasta alcanzar valores mínimos en los cuales el estado de la fruta se puede catalogar como no comercializable, se destaca que temperaturas inferiores a la temperatura ambiental nos permiten un alargamiento de la vida útil del producto, aunque la pérdida de peso acumulada sea mayor.

Según Benichou et al. (2018) la pérdida de peso se relaciona con la pérdida de agua por la actividad respiratoria del fruto que a su vez está regulada por la transpiración. Este proceso conlleva a la pérdida de agua del fruto hacia la epidermis lo que hace que si la humedad relativa es alta se convierta en un ambiente propicio para incubación de enfermedades de tipo fúngico y bacteriano.

Figura 3. Pérdida de peso de los frutos de guayaba



5.2 FIRMEZA

La tabla 2 nos muestra que, en todos los tratamientos, la firmeza o dureza del fruto disminuye en la medida que la fruta va madurando, este decrecimiento es más evidente en el tratamiento control (medio ambiente), donde se alcanzó el valor mínimo de dureza (0.95) a los 9 días de almacenamiento, es de anotar que en este tratamiento se presentó un descenso del 36.8% al quinto día, reflejando esto un sensible ablandamiento y deterioro de la fruta por lo que podemos tomar este valor como el punto crítico para comercialización del producto. El tratamiento de al aire acondicionado tuvo el mínimo valor a los 15 días de almacenamiento (1.76), alcanzando el valor crítico de comercialización a los 9 días, esto indica que este es un buen medio para ayudar a conservar la vida útil de los frutos en anaquel.

Finalmente, los frutos refrigerados alcanzaron su mínimo valor (1.64) a los 16 días, pero su valor crítico de comercialización se obtuvo entre los días 9 y 12, siendo esta la mejor opción para almacenar la fruta haciendo más lento su deterioro.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por diversos autores como Villamizar (1996), que explican que la disminución de la temperatura alarga la vida útil de comercialización de los productos perecederos tipo hortalizas. En el caso de la guayaba Castellano et al., (2004), dicen que el almacenamiento a temperaturas de 10-12°C se pueden obtener hasta 14 días para comercialización de la fruta.

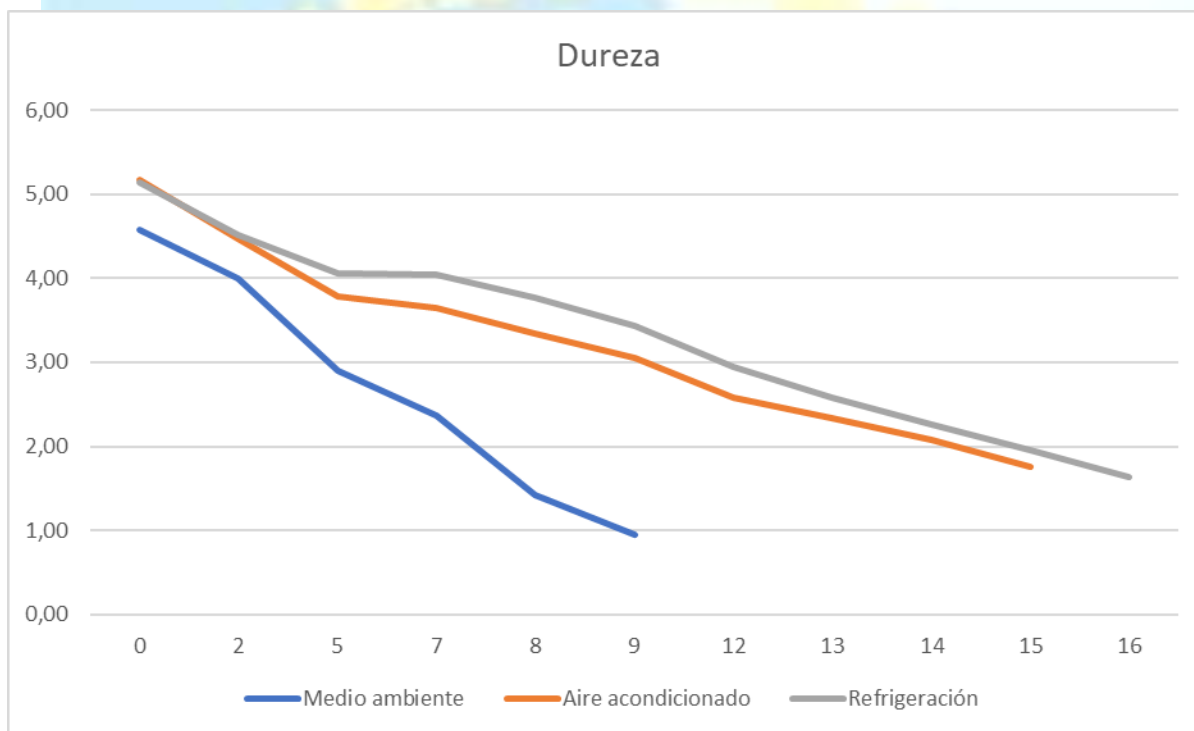
El fenómeno del ablandamiento se explica por el aumento de enzimas hidrolíticas como la poligalacturonasa (PG) que degradan las paredes celulares causando el ablandamiento del fruto

(Saladié et al., 2007). Este ablandamiento no sólo ocurre por el envejecimiento del fruto si no por los daños mecánicos debido a una mala manipulación en las etapas de cosecha y postcosecha.

| Tratamientos | Tiempo (días) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 0 | 2 | 5 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| Medio ambiente | 4,57 | 4,00 | 2,89 | 2,36 | 1,42 | 0,95 | | | | | | |
| Aire acondicionado | 5,16 | 4,46 | 3,78 | 3,65 | 3,34 | 3,05 | 2,59 | 2,34 | 2,07 | 1,76 | | |
| Refrigeración | 5,15 | 4,52 | 4,06 | 4,04 | 3,76 | 3,43 | 2,94 | 2,59 | 2,26 | 1,95 | 1,64 | |

Tabla 2: Dureza promedio de los frutos

Figura 4. Dureza de los frutos



5.3 SOLIDOS S (SST)

En la figura cinco, se muestran los resultados obtenidos para SST en la que se puede observar que estos aumentaron progresivamente hasta alcanzar un valor máximo y luego comenzaron a decrecer paulatinamente luego comienzan a descender hasta alcanzar valores ligeramente superiores al estado pintón que corresponde al inicio del ensayo experimental. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Parra en el 2014, quien indica que los frutos de guayaba aumentan su contenido de SST una vez comienza su periodo de madurez.

| Tratamientos | Tiempo (días) | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 2 | 5 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Medio ambiente | 5,5 | 6,8 | 8,7 | 9,4 | 9,2 | 6,7 | | | | | |
| Aire acondicionado | 5,4 | 6 | 7,1 | 7,9 | 8,7 | 9,4 | 9,5 | 9,6 | 8,1 | 6,9 | |
| Refrigeración | 5,5 | 6,0 | 6,6 | 7,3 | 8,1 | 8,7 | 9,8 | 9,8 | 9,3 | 8,1 | 6,7 |

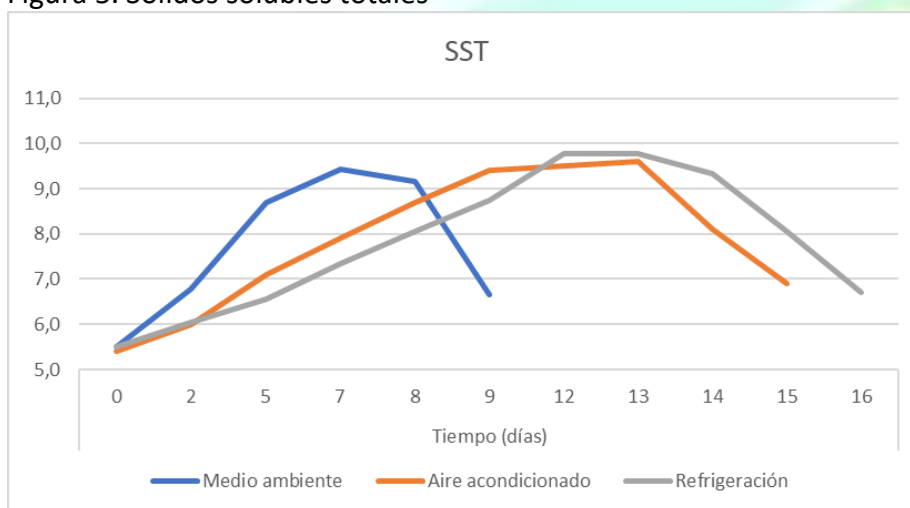
Tabla 3: SST promedio de los frutos

El tratamiento que alcanzó el pico máximo fue el expuesto al medio ambiente, a los 7 días presentaba un valor de 9.4 °Brix, este valor luego comenzó a decrecer rápidamente hasta llegar a un valor mínimo de 6.7 °Brix el día 9 que correspondía a frutas consideradas como de difícil comercialización. El tratamiento de almacenamiento expuesto al aire acondicionado alcanzó sus valores máximos entre los días 12 y 13, comenzando luego a descender hasta alcanzar un valor mínimo el día 15, fecha en la cual las frutas por su deterioro fueron descartadas. El tratamiento sometido a refrigeración presentó un comportamiento similar al anterior (máximo valor los días 12 y 13), con la diferencia que la durabilidad de las frutas se alargó por un día.

Aunque los SST dependen de la variedad de guayaba analizada, estos resultados coinciden con los reportados por Chávez (2018), que indican que el contenido de SST se mantiene por más tiempo cuando las frutas se someten a temperaturas inferiores a las de medio ambiente (refrigeración).

García et al. (2017), refuerza los resultados aquí obtenidos, explicando que debido a que los °Brix representan el porcentaje de sacarosa que contiene una fruta y este parámetro indica su grado de madurez de los frutos, en los frutos de guayaba la concentración de azúcares normalmente se incrementa a medida que el fruto va madurando, como consecuencia de la hidrólisis de carbohidratos poliméricos como el almidón o a la conversión de ácidos y la duración de este fenómeno se alarga en la medida que la temperatura se disminuye hasta alcanzar valores críticos de 10°C, en los cuales los frutos empiezan a sufrir daño por frío.

Figura 5. Sólidos solubles totales



5.4 CALIDAD VISUAL

Estos resultados nos indican que el almacenamiento de o vida de anaquel para esta fruta en las condiciones ambientales de Buenaventura es de alrededor de 12 días, lo cual se asemeja a lo reportado por García et al., en 2011 que reportan un rango de vida útil de 5 a 7 días, aunque en otras condiciones medioambientales, para las frutas expuestas al medio ambiente con temperaturas promedio entre 20 y 24°C.

Watabe, Abe, y Yamauchi (1990) citados por Ben-Hur y col. (2003) mencionan que cuando los tejidos vegetales son lesionados ocurre un aumento en la velocidad de producción de etileno. Esta hormona acelera el deterioro y la senescencia de tejidos vegetales, lo que promueve modificaciones en la textura de productos mínimamente procesados. Un parámetro importante para la compra de un producto en una tienda o supermercado se basa en la apariencia externa del mismo (Mattiuz y Durigan, 2001).

La apariencia visual de los frutos conservados en refrigeración fue la mejor, mientras que los conservados a temperatura ambiente presentaron mayor deterioro a través del tiempo. Igualmente, estos frutos sólo conservaron por 5 días una calidad aceptable motivo por el cual se retiraron anticipadamente del ensayo ya que no justificaba la toma de datos.

El daño mecánico previo de los frutos de guayaba utilizadas influyó en forma determinante en los resultados, ya que estos daños conllevan a cambios fisiológicos que se asocian a la senescencia y se expresan en un deterioro prematuro de la apariencia externa lo que permite el desarrollo de hongos y bacterias en el pericarpio del fruto, este comportamiento ya ha sido reportado por Ramírez (2000).

El cambio de color es el factor más importante para determinar la madurez y calidad de la mayoría de los productos agrícolas debido a que éste se relaciona con el resto de atributos sensoriales (Medlicott y col., 1992 citado por Benito-Bautista, 2002).

Estos resultados nos indican que el tiempo máximo de almacenamiento para esta fruta en las condiciones ambientales de Buenaventura (de o vida de anaquel) es de alrededor de 12 días, lo cual se asemeja a lo reportado por García et al., en 2011 que reportan un rango de vida útil de 5 a 7 días, aunque en otras condiciones medioambientales, con temperaturas promedio de 27°C y una menor humedad relativa.

6 CONCLUSIONES

Los frutos de guayaba tienen un comportamiento de maduración tipo climatérico y pueden ser cosechados al llegar a su madurez fisiológica (color verde pintón) y luego tienen la capacidad de continuar su proceso de maduración hasta alcanzar su madurez comercial en los puntos de venta o estanterías de exhibición, sin embargo, su tiempo de vida útil está sujeto a las condiciones de almacenamiento, donde la temperatura es tal vez el factor determinante que debemos controlar, siendo deseable las temperaturas inferiores a 21°C y superiores a 10°C, esto con el fin de evitar el daño por frío.

La causa de que la temperatura sea el principal aspecto a manejar en la etapa de postcosecha del fruto de la guayaba, es que las bajas temperaturas disminuyen la velocidad respiratoria y por consiguiente la producción de etileno, además de reducir la pérdida de agua por transpiración que es tal vez el principal factor del crecimiento de microorganismos que deterioran la superficie de la fruta volviéndola inviable para su comercialización. Estos aspectos ya habían sido reportados por Suárez et al., en el año 2009.

Características físicas de fácil percepción como el cambio de color y la pérdida de peso pueden ser usadas para evaluar el proceso de maduración de los frutos de esta especie y pueden ser tomados para determinar los índices de madurez y cosecha. La madurez (expresada a los factores evaluados) ocurrió con mayor rapidez en el tratamiento a temperatura ambiente, de acuerdo a esto y apoyados en los datos aquí obtenidos nos permitimos concluir que para alargar la vida útil de mercadeo en los frutos de guayaba (hasta en un 25%) estos deben ser conservados en temperaturas inferiores a la temperatura medio ambiental.

7 RECOMENDACIONES

El manejo de la temperatura es un factor que se debe considerar durante el periodo de comercialización de este tipo de frutos ya que es el factor más importante para mantener la preservación de la fruta en condiciones de consumo. Un buen método para disminuir las pérdidas postcosecha es refrigerar los frutos o al menos mantenerlos en un ambiente fresco mediante el uso de aires acondicionados.

Se deben realizar estudios posteriores sobre la influencia de la humedad relativa en la maduración y aparición prematura de enfermedades en el fruto, ya que el municipio de Buenaventura se caracteriza por presentar una alta humedad relativa (mayor al 85%) durante la mayor parte del año.

Con el fin de tener datos homogéneos y comparables es necesario cosechar los frutos en un mismo estado de madurez de lo contrario la maduración de estos no será homogénea y dificultará la realización de análisis posteriores.



BIBLIOGRAFÍA

- BAUTISTA, P. B. (2002). Daños por frío en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.): respuestas fisiológicas y efecto de las atmósferas controladas sobre la composición de ácidos grasos y actividad fosfolipasa D en membranas microsomales.
- Benichou, M., Ayour, J., Sagar, M., Alahyane, A., Elateri, I., & Aitoubahou, A. (2018). Postharvest technologies for shelf life enhancement of temperate fruits. *Postharvest biology and technology of temperate fruits*, 77-100.
- Castellano, G., Quijada, O., Marín, C., & Camacho, R. (2005). Fertilización precosecha con fuentes de calcio sobre la firmeza y calidad de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2), 72-77.
- MATTIUZ, B. H., & Durigan, J. F. (2001). Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 277-281.
- Mogollón, C. G., Cury Regino, K. I., & Dussán Sarria, S. (2011). Comportamiento poscosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6207-6212.
- Mogollón, C. G., Cury Regino, K. I., & Dussán Sarria, S. (2011). Comportamiento poscosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(2), 6207-6212.
- Parra-Coronado, A. (2014). Maduración y comportamiento poscosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.). Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 314-327.
- Puentes, C. (2018). Anécdota del estado de madurez de frutas y verduras. Obtenido de Kyocode: <https://www.kyocode.com/2018/06/anecdota-del-estado-de-madurez-de-frutas-y-verduras/>TIEMPO, E. (2016).
- Ramírez, M. E. (2000). Efecto de la temperatura y atmósferas controladas sobre el oscurecimiento y la calidad de ajo mínimamente procesado. *Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro, México*.
- Saladié, M., Matas, A. J., Isaacson, T., Jenks, M. A., Goodwin, S. M., Niklas, K. J., ... & Rose, J. K. (2007). A reevaluation of the key factors that influence tomato fruit softening and integrity. *Plant Physiology*, 144(2), 1012-1028.

Suárez, J., de Camacaro, M. P., & Giménez, A. (2009). Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad poscosecha de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.) procedente de MERCABAR, estado Lara, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 60-69.

Villamizar Quiñonez, C. (1996). Propuesta para el manejo de cosecha y poscosecha de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en Colombia.



8 ANEXOS

B

| | |
|--|--|
|  |  |
| <p>Imagen #1 selección del fruto sin presencia de enfermedades y daños mecánicos</p> | <p>Imagen # 2 selección del fruto para cada tratamiento</p> |
|  |  |
| <p>Imagen #3 separación de frutos para cada tratamiento</p> | <p>Imagen #4 rotulación de frutos para cada repetición</p> |

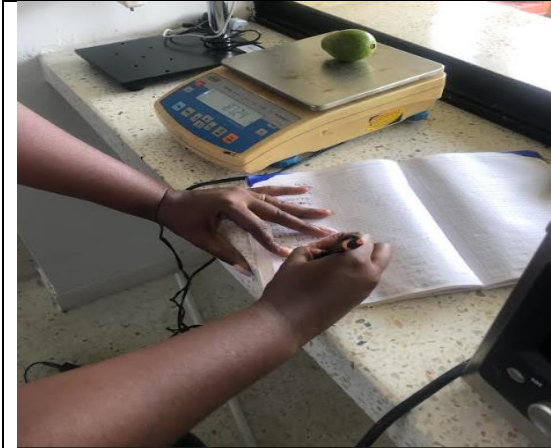


Imagen #5 pesado de fruto por cada tratamiento



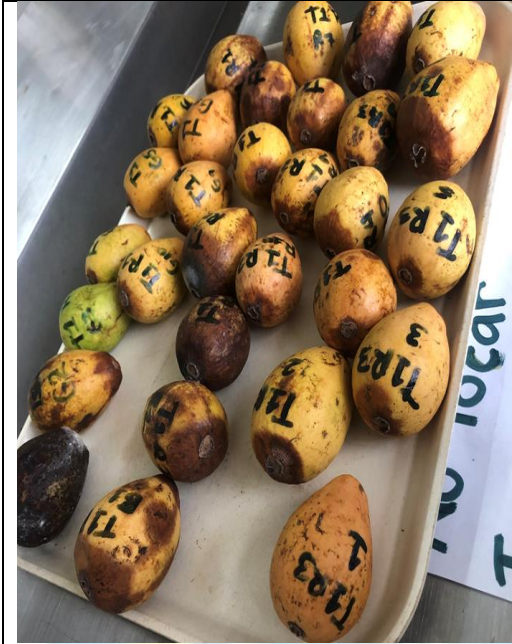
Imagen #6 maduración de los frutos del tratamiento 2 a los 5 días de montaje del experimento



Imagen#7 maduración del tratamiento 1 aire acondicionado a los 5 días del montaje de experimento



Imagen #7 maduración del tratamiento 3 en nevera a los 5 días de montaje del experimento



Imagen#8 frutos con presencia de enfermedades tratamiento 1



Imagen#9 frutos con esporulación de hongo en el tratamiento 2