

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



TESINA:

“Efectos de Tratamientos Térmico en plátano, sobre las características de calidad en madurez Comercial”

por

José Bladimir Lozano Chávez

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



TESINA:

“Efectos de Tratamientos Térmico en plátano, sobre las características de calidad en madurez Comercial”

Por

José Bladimir Lozano Chávez

**Presentada como requisito para obtener el
Título de Ingeniero Agrónomo**

San Salvador, El Salvador, Centro América, 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNAVÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

ING. MSc. EDGAR GEOVANNY REYES MELARA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL**

ING. MSc. HUMBERTO RUIZ MEJIA

COORDINADOR DEL CURSO

ING. MSc. OMAR ANTONIO LARA DIAZ

ASESOR

ING. MSc. SIGFREDO RAMOS CORTEZ

TRIBUNAL CALIFICADOR

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGIA DE PEREZ

ING. MSc. HUMBERTO RUIZ MEJIA

ING. MSc. SIGREDO RAMOS CORTEZ

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGIA DE PEREZ

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de los tratamientos térmicos sobre la vida de anaquel en el plátano (*Musa paradisiaca*) en madurez comercial. Teniendo como factor en estudio la temperatura hidrotérmica (T1: 36C°/ 3 minutos, T2: 38C°/ 3 minutos y T3: 40C°/ 3 minutos). Se aplicó un diseño completamente al azar estudiando cuatro tratamientos basados en tres repeticiones cada uno. Los resultados obtenidos de las variables pérdida de peso, color, tasa de respiración, ph, grados brix, acidez titulable, se evaluaron mediante el programa infostat. El tratamiento a 40C° fue el que presentó una deceleración en la maduración brindando más vida anaquel.

Palabras clave. Factores, tratamiento térmico, vida de anaquel.

ABSTRAC

The objective of this research was to evaluate the effects of thermal treatments on the shelf life of bananas (*Musa paradisiaca*) at commercial maturity taking the hydrothermal temperature as factors under study (T1: 36C°/ 3 minutes, T2: 38C°/ 3 minutes and T3: 40C°/ 3 minutes). A completely randomized design was applied, studying four treatments based on three repetitions each. The results obtained from the variables weight loss, color, respiration rate, ph, brix degrees, titratable acidity, were evaluated using the Infostat. The treatment at 40C° was the one that showed a slowdown in ripening providing more shelf life.

Keywords. Factors, heat treatment, shelf life.

DEDICATORIA

Esta tesina está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mi madre Ibonne con su amor y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo.

A mi abuela Mercedes por sus oraciones, su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia, por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y siempre me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sobre todo a Dios, quien me permitió gozar de salud todos estos años de esfuerzos. Mis profundos agradecimientos a los docentes de la Facultad de ciencias Agronómicas, compañeros y amigos que me alentaban a seguir a delante. A mi tutor Ing. Sigfredo Ramos por brindarme sus conocimientos para dicho trabajo de investigación. Un agradecimiento especial a los Ingenieros, Omar Lara, Humberto Ruiz, Juan Santamaria que me apoyaron con sus conocimientos.

Índice General	Página
RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	ii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
4. ANTECEDENTES.....	5
4.1. Origen y distribución del plátano.....	5
4.2. Produccion de plátano para El Salvador	5
4.3. Produccion mundial del plátano	6
4.4. Exportaciones del plátano incluyendo banano a nivel Mundial.....	6
4.5. Importaciones Mundial de plátano.....	7
4.6. Distribución de RT4.....	7
4.7. Formas de conservación del plátano.....	8
5. MARCO TEORICO	9
5.1. Taxonomía del plátano.....	9
5.1.1. Descripción Botánica.....	10
5.1.2. Raíces.....	10
5.1.3. Hojas:	10
5.1.4. Tallo:.....	11
5.1.5. Flor:	11
5.1.6. Fruto:.....	11
5.2. Importancia del fruto de plátano	12
5.3. Beneficios del plátano	13

5.4. Factores que afectan la calidad del plátano en postcosecha	13
5.4.1. Respiración.....	13
5.4.2. Transpiración.....	14
5.4.3. Produccion de etileno	15
5.4.4. Alteraciones Fitopatógenas	16
<i>Fusarium verticillioides</i>	16
<i>Colletotrichum musae</i>	16
<i>Penicillium spp.</i>	17
5.5. Tratamientos Térmico en fruto de plátano en postcosecha.....	17
5.5.1. Tratamiento con agua caliente	17
5.5.2. Tratamientos con vapor caliente	18
5.5.3. Tratamiento con aire caliente	18
5.6. Estándares y Normativas para plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	18
5.6.1. Aspectos cualitativos de la norma (CODEX STAN 2005).....	19
6. METODOLOGIA.....	19
6.1. Estrategia Metodológica	19
6.2. Ubicación del experimento	19
6.3. Materia prima	20
6.4. Materiales y equipos	20
6.5. Metodología de laboratorio y en Planta.	21
6.6. Metodología estadística	25
6.6.1. Diseño estadístico.....	25
6.6.2. Tratamientos y repeticiones	25
6.6.3. Distribución del experimento	26
7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	28
8. CONCLUSIONES	44
9. RECOMEDACIONES.....	45

10. BIBLIOGRAFÍAS.....	46
11. ANEXOS.....	51

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Taxonomía del plátano.....	9
Cuadro 2. Valor nutricional de pulpa de plátano (x100g).....	12
Cuadro 3. Condiciones de almacenamiento y velocidad de deterioro para plátano.	14
Cuadro 4. Efecto de temperatura sobre la tasa de respiración y el factor Q10.....	14
Cuadro 5. Materiales y equipos	21
Cuadro 6. Tratamientos.....	26
Cuadro 7. ANVA de pérdida de peso y humedad relativa.....	29
Cuadro 8. ANVA de Tasa de respiración.....	32
Cuadro 9. ANVA variable de color	35
Cuadro 10. ANVA de PH	38
Cuadro 11. ANVA de grados Brix.	41
Cuadro 12. ANVA de Acidez titulable	43

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Origen y distribución del plátano.....	5
Figura 2. Exportaciones Mundiales del plátano por regiones	6
Figura 3. Distribución de las importaciones mundiales neta por mercado	7
Figura 4. Distribución de RT4.	8
Figura 5 Partes que conforma la planta del plátano.....	10
Figura 6. Flor de plátano	11
Figura 7. Fruto del plátano	12
Figura 8. Patrón respiratorio de fruta.....	13
Figura 9: Procesos de transpiración y respiración en las plantas.....	15
Figura 10. Produccion de etileno en frutas climatéricas y frutas no climatéricas	15
Figura 11. Estrategia metodologica.....	19
Figura 12. Estados de maduración del plátano	20
Figura 13. Diagrama de flujo hidrotermico	27
Figura 14. variable pérdida de peso	28
Figura 15. TR comparación de plátano	30
Figura 16. Grafica de CO2	31
Figura 17. TR% en plátano	32
Figura 18. Color	34
Figura 19. Grafica de Ph	38
Figura 20. Grafica de los grados Brix.....	40
Figura 21. Grafica de la acidez titulable	42

Índice de anexos

	Página
Anexo A-1. Se presenta el formato de recolección de parametros.....	51
Anexo A-2. Se presenta el formato de recolección del parametro (TS).....	52
Anexo A-3. Clasificación y acondicionamiento del producto para el montaje.....	53
Anexos A-4. Parametro peso	54
Anexos A-5. Parametro de color.....	54
Anexos A-6. Parametro de Tasa de respiración	54
Anexos A-7. Acidez Titulable	54
Anexos A-8. Peache (PH)	54
Anexos A-9. Grados Brix.....	55

1. INTRODUCCIÓN

El plátano por su gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas es uno de los frutos que se encuentra en el país; ya sea a nivel de asocio con otros cultivos o en plantaciones puras, también se encuentra en toda la región tropical, tiene una importancia fundamental para las economías de los países en vías de desarrollo (Arias et al, 2004).

Debido a sus características organolépticas, como sabor y textura, el plátano se puede consumir en crudo, hervidos, freídos (fritos) en postres.

Existen tecnologías para aumentar la vida de anaquel del plátano, tal es el caso de los tratamientos térmicos es una técnica que se ha utilizado durante muchos años para poder conservar las características nutricionales, si bien existen más métodos, todos los métodos buscan una temperatura adecuada que permita desactivar enzimas y otros microorganismos que puedan contribuir a la degradación de la fruta del plátano.

El proceso de tratamiento térmico comienza por seleccionar los plátanos que se someterán a este procedimiento, los cuales deben estar en su punto de madurez fisiológica y libre de cualquier tipo de daño mecánico o contaminación, posteriormente se lavan y se sumergen en agua caliente.

El plátano, por ser una fruta climatérica, expresa un proceso de maduración bastante acelerado, lo que permite que alcance su madurez de consumo, senescencia y muerte en un periodo relativamente corto. Es por ello que con esta investigación se pretendió hacer uso de tecnología postcosecha, utilizando equipo de laboratorio para realizar la caracterización de la fruta de plátano, entre esos equipos utilizados están, balanza analítica, peachímetro, refractómetro y penetrómetro. El trabajo se realizó en la estación experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas y como parte de la metodología se aplicó agua caliente de 33 a 40C° por 3 minutos y temperaturas de almacenamiento a temperatura ambiente lo cual permitió conservar la vida anaquel del plátano, con una vida útil prolongada. Las pérdidas de postcosecha en plátano son altas debido principalmente a la baja tecnificación de los cultivos, cosecha inadecuada, mala manipulación deficiente del producto desde el sitio de producción hasta el consumidor final, y ataque de plagas y enfermedades. En postcosecha se realizan tratamientos térmicos como agua caliente, vapor caliente y aire caliente.

En general la aplicación de tecnología en postcosecha no mejora las características del plátano, pero mantiene su calidad e inocuidad por más tiempo, es por eso que el principal objetivo de aplicar tecnología de postcosecha es aumentar la vida útil del producto que permite que se conserve por más tiempo sin experimentar cambios significativos en su textura, sabor y aroma y adicionalmente, reducir carga microbiana, lo cual mejora la seguridad alimentaria y disminuye el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos consumidos por los consumidores finales.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los efectos de los tratamientos térmicos sobre la vida de anaquel en plátano (*Musa paradisiaca*) en madurez comercial.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Mostrar cuál de los tratamientos térmicos tiene los mejores resultados en brindar vida anaquel más prolongada en plátano.
- Analizar la tasa de respiración de la fruta de plátano.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pérdidas de postcosecha en plátano son altas, principalmente por las reducciones cuantitativas (desperdicio de labor, insumos, oportunidades de trabajo y reducción del crecimiento económico) o cualitativas (perdidas calóricas, nutritivas, aceptabilidad y palatabilidad), partiendo de esto, los daños se pueden prevenir empleando tecnologías de postcosecha, utilizando tratamientos térmicos tales como agua caliente y temperaturas de almacenamiento.

Las pérdidas postcosecha del plátano rondan en el orden de 10% a 80%. Estas pérdidas son causadas por daños mecánicos, plagas, maduración prematura, deformidades, desperdicios, manipuleo, almacenamiento, transporte (FAO 2005).

El plátano es una de las frutas más demandadas en los mercados internacionales, por lo cual las exigencias de calidad e inocuidad son mayores, por lo tanto, los productores y exportadores deben de conocer distintas opciones que se orienten a las reducciones de las pérdidas cualitativas y cuantitativas en postcosecha del plátano.

4. ANTECEDENTES

4.1. Origen y distribución del plátano (*Musa paradisiaca*).

El origen de las musáceas es el suroeste asiático según la figura 1. Se cree que el genoma Balbisia se originó en la costa este de la India y el genoma Acuminata en la costa este de lo que actualmente es Malasia, Tailandia y parte de China sur, Filipinas y Taiwán (Mejía 2018). Las especies de plátano que se conocen llegaron a Canarias en el siglo XV y desde ahí fue traída a América en el año 1516 (IICA 2023).



Figura 1. Origen y distribución del plátano. Fuente: Blanco 2011.

4.2. Producción de plátano para El Salvador

En El Salvador, el área estimada de siembra del cultivo de plátano es de aproximadamente 2,702 manzanas, con una producción de 44,247.4 Tm de frutas, lo cual no satisface la demanda interna ya que para 2016 se tuvo que importar 84,075,438 kg (84,075.438 toneladas) representando una fuga de divisas de (U.S. \$6,944,573), según anuario estadístico 2016-2017 del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Mejía 2018).

El Salvador tiene un área de siembra de 2,702 manzanas para *Musáceas*, siendo las principales zonas productoras de plátano, los departamentos de Ahuachapán, Sonsonate, La libertad y Usulután (Mejía 2018).

4.3. Producción mundial del plátano

El plátano es un cultivo perenne que crecen con rapidez y pueden cosecharse en cualquier época del año. En el año 2000, se cultivó una superficie de alrededor de 9 millones de hectáreas. El promedio de la producción mundial en 1998-2000 fue de 92 millones de toneladas anuales y en 2001 se estimó en 99 millones de toneladas. Estas cifras son una aproximación, ya que la mayor parte de la producción mundial de plátano, casi el 85 por ciento, procede de parcelas relativamente pequeñas y huertos familiares en donde no hay estadísticas. En muchos países en vías de desarrollo, la mayoría de la producción de plátano se destina al autoconsumo o se comercia localmente, desempeñando así una función esencial en la seguridad alimentaria de las personas (Arias *et al* 2004).

4.4. Exportaciones del plátano incluyendo banano a nivel Mundial

Para el 2015, las exportaciones mundiales de bananos, incluidos los plátanos, registraron su primer descenso desde 2010, tras haber alcanzado un nivel sin precedentes de 18,6 millones de toneladas en 2014. Aunque la demanda de importaciones siguió siendo fuerte en todas las regiones, los efectos adversos del fenómeno del niño, así como la propagación de la RT4 (Raza tropical 4 del mal de panamá), del banano, afectaron negativamente a los rendimientos y produjeron una escasez de producción en varias de las principales regiones productoras y exportadoras de esta fruta, a continuación, se describe en la figura 2 (FAO 2017).

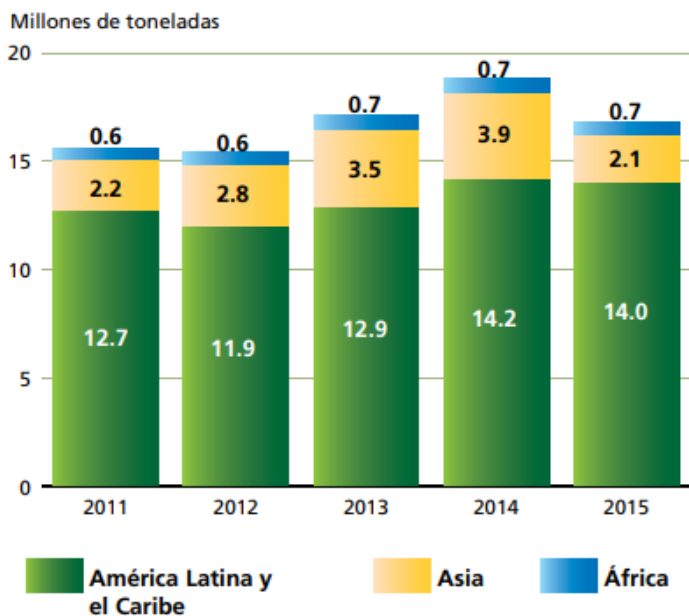


Figura 2. Exportaciones Mundiales del plátano por regiones. Fuente: FAO 2017.

4.5. Importación Mundial de plátano

Los datos disponibles relativos al año completo para el 2021, el volumen de las importaciones netas mundiales de bananos se contrajo un 2,7%, una disminución de 550,000 toneladas en comparación con el año anterior, situándose en unos 19,5 millones de toneladas, a continuación, se puede observar en la figura 3 (FAO 2021).

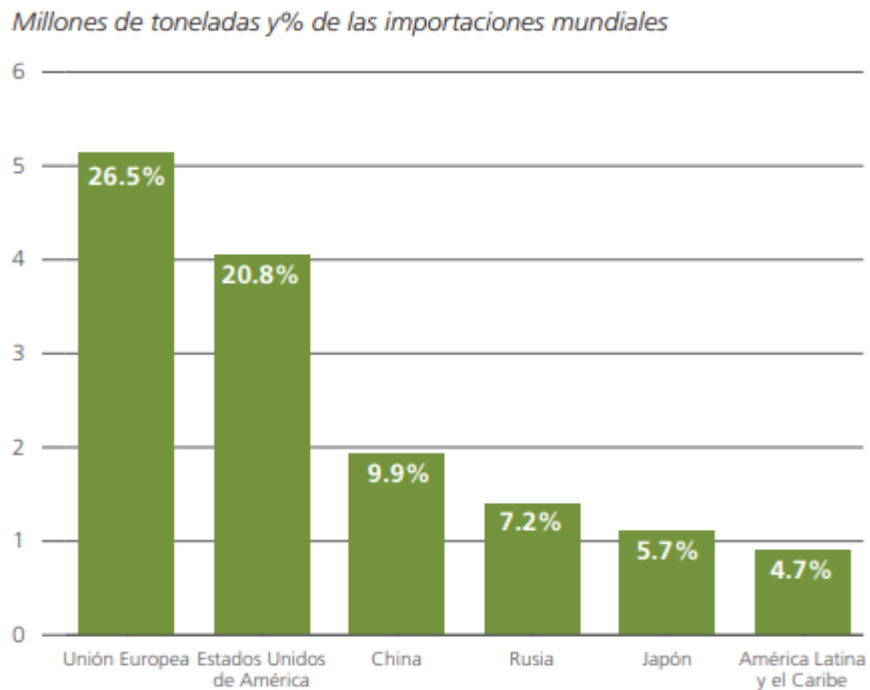


Figura 3. Distribución de las importaciones mundiales neta por mercado. **Fuente:** FAO 2021.

4.6. Distribución de RT4

La destructiva raza 4 tropical (R4T), clasificada recientemente como *Fusarium odoratis-simum*, surgió en el sudeste asiático, amenazando a los bananos cavendish y muchas otras variedades locales. Actualmente, esta especie es la principal amenaza para la producción global de banano y plátano ya que se ha extendido a diferentes países de la región OIRSA, (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) se puede observar en la figura 4.

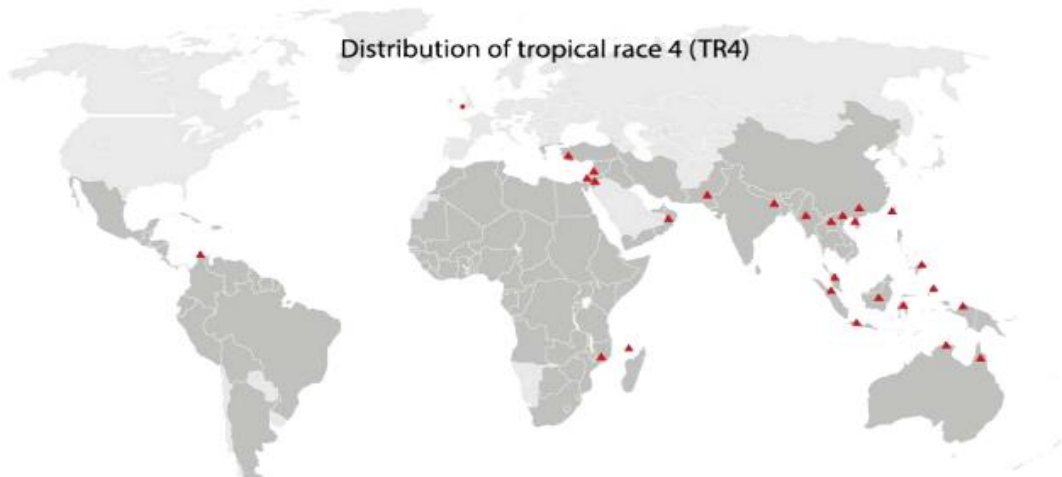


Figura 4. Distribución de RT4. **Fuente:** García et al 2020).

4.7. Formas de conservación del plátano

Un estudio realizado en Costa Rica, sobre efecto de la inmersión en agua caliente y la secreción de látex por la corona de gajos recién conformados de frutos de banano con el propósito de evaluar el efecto de la temperatura del agua y el tiempo de inmersión, se realizaron 2 experimentos con racimos de 12 semanas de edad (floración-cosecha). Variedad Valery (Musa AAA, subgrupo Cavendish). En el experimento 1 se evaluaron 4 temperaturas del agua: 25, 35, 45 y 55°C y, 4 tiempos de inmersión: 5, 10, 15 y 20 min en conjunto con un tratamiento testigo comercial. En el experimento 2 se evaluó únicamente la temperatura del agua a 45°C y 2 tiempos de inmersión: 10 y 20 min. En ambos experimentos la inmersión de los frutos en agua caliente se realizó inmediatamente después que las manos fueron seccionadas del racimo y conformadas en gajos. En ambos experimentos no hubo maduración prematura durante el periodo de simulación de transporte que fue de 15 días. En el experimento 1 los tratamientos expuestos a 55°C, presentaron daño severo de quemaduras de la cascara. En el experimento 2, no afectó la firmeza, aunque hubo diferencias estadísticas en el color de la cáscara. El tratamiento de inmersión de 45°C por 10 min demostró que puede ser tan efectivo en la remoción del látex de la coronar (Ramírez et al 2011).

Hernández y Caballero (2021), realizaron un estudio en Honduras sobre el efecto de tratamiento térmico y uso de aditivos en las características físico-químicas y microbiológicas de plátano verde mínimamente procesado, en el experimento realizaron dos tipos de tratamiento térmico inmersión (70 °C, 30 segundos y vapor, 30 segundos), evaluados con tres soluciones de aditivos (ácido cítrico + ácido ascórbico, bisulfito de sodio) y se evaluó un control

sin tratamiento térmico ni aditivos. Se realizó la recepción del plátano en la planta de postcosecha y se procedió a lavarlo con agua potable. Posteriormente, se cortó el plátano en rodajas de aproximadamente 2 - 3 mm de grosor, las cuales fueron desinfectadas en una solución desinfectante con ácido peracético a 100 ppm. Después, a las rodajas de plátano se les aplicó un tratamiento térmico. Los resultados que se obtuvieron fue que las rodajas de plátano que fueron expuestas a tratamiento térmico con vapor presentaron las mejores características de luminosidad, lo que puede indicar una menor tasa de pardeamiento enzimático, no existió un efecto significativo en el uso de diferentes soluciones con aditivos sobre el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del plátano mínimamente procesado a través del tiempo, el uso de vapor como tratamiento térmico presentó los conteos más bajos de bacterias mesófilas aerobias y coliformes totales a los 7 y 14 días.

5. MARCO TEORICO

5.1. Taxonomía del plátano

Musa paradisiaca es obtenida horticulturalmente a partir de las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa Balbisiانا* como cultivares genéticamente puros de estas especies como se describe en el cuadro 1, según (Mejía 2018).

Cuadro 1: Taxonomía del plátano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	<i>Musáceae</i>
Nombre científico	<i>Musa paradisiaca</i>
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>Paradisiaca</i>

Fuente: Benítez 2017.

5.1.1. Descripción Botánica. La planta.

Es de tipo herbáceo gigante, el tallo verdadero es un órgano de reserva subterráneo llamado rizoma o cormo y el tallo aparente es un pseudotallo, que es el resultado de la unión de las vainas foliares. Puede medir de 3 a 6 metros de altura como se observa en la figura 5, según Mejía (2018).

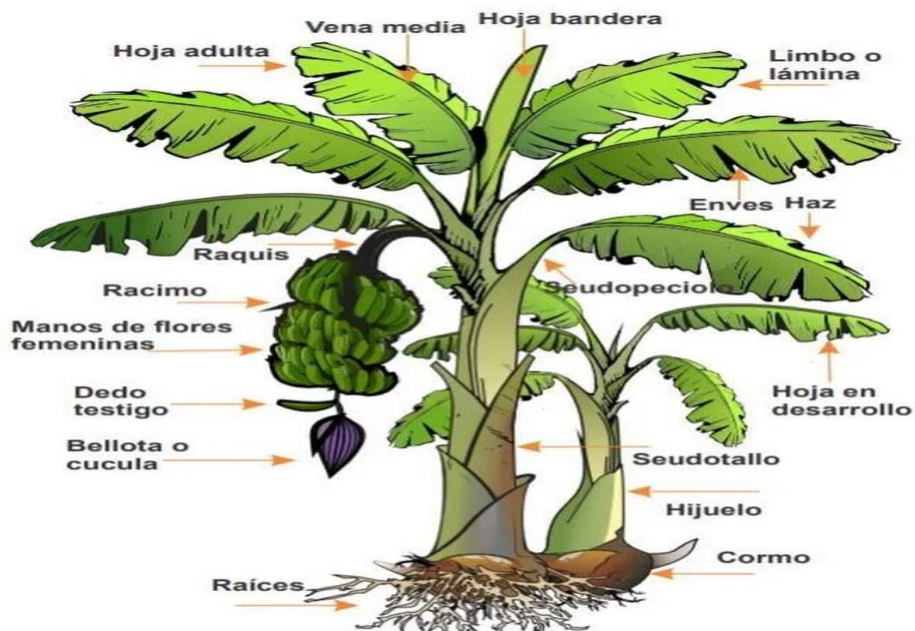


Figura 5. Partes que conforma la planta del plátano. Fuente: Infoagronomo.

5.1.2. Raíces.

Son superficiales distribuidas en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayoría a los 15 a 20 cm. Son de color blanco y tiernas cuando emergen, posteriormente son duras, amarillentas. Pueden alcanzar los 3 m de crecimiento lateral y 1,5 m de profundidad. El poder de penetración de la raíz es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo según Mejía (2018).

5.1.3. Hojas.

Muy grandes, de 2.0 a 4.0 m de largo en forma de espiral y hasta de medio metro de ancho, con un pecíolo de 1.0 m o más de longitud, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Es decir que es liso brillante y que no tiene pelos, cuándo son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento (Solórzano, Citado por Rumaldo 2016).

5.1.4. Tallo

Corresponde a un órgano subterráneo que puede ser de diversas formas y está compuesto por nudos cortos conocido como corma o rizoma, el cual puede tener yemas éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado (Arcila et al 1999).

A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (Mejía 2018).

5.1.5. Flor

Flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, cinco de ellos son fértiles, de los cuales uno es estéril. El conjunto de la inflorescencia constituye el régimen de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada mano, que contiene de 3 a 20 frutos se puede observar en la figura 6. Según (Melgar 2016).



Figura 6. Flor de plátano. **Fuente:** (Pulugurtha, Citado por Vélez 2018)

5.1.6. Fruto.

El fruto es una valla alargada de tres o seis lados según la figura 7, con un grado de encurvamiento y longitud que varía según la variedad, éste se forma a partir del ovario de una flor pistilada. Los pequeños puntos que se observan al abrir el fruto son los óvulos abortados que se ponen negros (Mejía 2018).



Figura 7. Fruto del plátano. **Fuente:** Curiosidades del plátano, Citado por Palma 2016).

5.1.6.1 Importancia del fruto de plátano

En El Salvador, la fruta de plátano constituye un rubro de importancia en la economía del país y en la parte social es una fuente generadora de empleos para muchas personas ya sea en el área rural en el cuidado y manejo del cultivo, en el área urbana en las plantas procesadoras que dan manejo de postcosecha del fruto para que llegue de la mejor manera al consumidor final. La fruta es muy apreciada por sus propiedades nutricionales, es rico en nutrientes, vitamina A, C y potasio. A continuación, se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Valor nutricional de pulpa de plátano (x100g)					
Macronutrientes	gramos	Minerales (mg)	Miligramos	Vitaminas (mg)	Miligramos
Agua	75.3	Ca	7.30	Vitamina A	38
Proteína	1.06	Fe	0.59	Vitamina C	11.50
Grasa	0.27	Mg	36.40	Tiamina	0.05
Fibra	2.55	P	14.00	Riboflavina	0.07
Ácido ascórbico	11.50	K	14.00	Niacina	0.98
Carotenoides	0.00023	Na	1.00	Piridoxina	0.36

Fuente: Palma 2016.

5.3. Beneficios del plátano

La fruta de plátano es rica en vitaminas, ácido fólico y minerales, como el magnesio, potasio, hierro, sodio, partiendo de lo mencionado hace que sea más recomendable para aquellas personas que padecen hipertensión o enfermedades cardiovasculares. Un solo plátano aporta casi la cuarta parte de la dosis diaria de vitamina C, recomendada para un niño (Palma 2016).

5.4. Factores que afectan la calidad del plátano en postcosecha

La fruta de plátano es un tejido vivo, que continúa experimentando cambios hasta el momento que se consume por ser un tejido vivo respira y en consecuencia su estabilidad durante el almacenamiento se verá afectado por diversas razones, a medida pase el tiempo se verá afectado en su deterioro, por lo tanto, su vida de anaquel disminuye. En tal sentido, la fruta cosechada continúa respirando, madurando en algunos casos e iniciando procesos de senescencia, lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes, asimismo una vez cosechado la fruta de plátano, está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos (Arias y Toledo 2007).

5.4.1. Respiración

La respiración involucra un proceso mediante el cual la fruta de plátano sigue tomando sus reservas (carbohidratos) con el oxígeno del aire, produce una reacción interna que libera del medio externo, agua, gas carbónico y energía que es en forma de calor, es decir que la fruta de plátano sigue tomando energía para realizar procesos biológicos indispensables, en el plátano la respiración aumenta a medida que va madurando por lo cual es característico de una fruta climatérica como el plátano se puede observar en la figura 8 (Pedraza 1999).

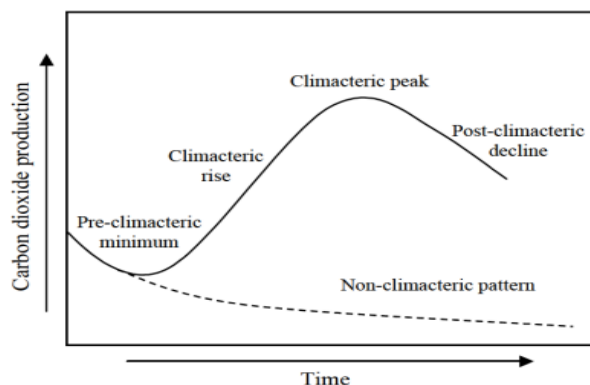


Figura 8. Patrón respiratorio de fruta. **Fuente:** Saltveit, Citado por Gonzales 2018.

La maduración y el metabolismo después de la recolección se lleva a cabo por reacciones enzimáticas que dependen de la temperatura y cuya velocidad está dada por el valor Q10. En

el cuadro 3 se puede apreciar la variación del Q10, el cual representa una medida logarítmica de la tasa de cambio de la respiración en un sistema biológico como consecuencia del aumento de la temperatura 10°C. En el cuadro 3 y 4 se explican las condiciones de almacenamiento y velocidad de deterioro para plátano en función de la temperatura según Mejía (2013).

Cuadro 3. Condiciones de almacenamiento y velocidad de deterioro para plátano.

Producto	Temperatura °C	Humedad relativa%	Vida almacenamiento	Supuesto Q10
Plátano pintón	13-16	85-90	20 días	1.5
Plátano verde	12-13	85-90	1 a 4 semanas	1.5

Fuente: (Manual de Manejo Poscosecha de Frutas Tropicales, Citado por Mejía 2013).

Cuadro 4. Efecto de temperatura sobre la tasa de respiración y el factor Q10

Temperatura °C	Tasa de respiración (mg.CO ₂ .Kg*1.h*1)	Factor Q10
0-10	1,0	3,0
11-20	3,0	2,5
21-30	7,5	2,0
31-40	15,0	1,5
> 40	22,5	-

Fuente: Brecht y Weichmann, Citado por Mejía 2013.

5.4.2. Transpiración.

La transpiración es el proceso por el cual el plátano pierde humedad o contenido de agua que pasa al ambiente por evaporación y difusión, se trata de un proceso físico de transferencia de masa, en el cual el vapor de agua pasa de la superficie de la fruta al aire que lo rodea, ocasionando deterioro de apariencia (marchitamiento y formación de arrugas), disminuyendo la firmeza, en otras palabras los tejidos pierden agua en forma de vapor desde las células del

interior hacia al ambiente que rodea a la fruta estos procesos se observan en la figura 9 (Gregorio 2007).

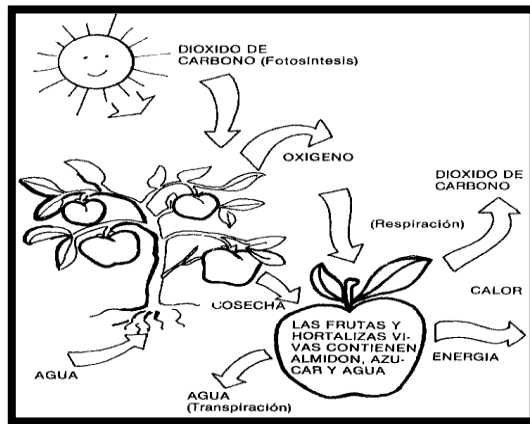


Figura 9: Procesos de transpiración y respiración en las plantas. **Fuente:** FAO 1987.

5.4.3. Producción de etileno

El etileno es conocido como una sustancia natural (fitohormona) producida por las frutas. A niveles menores de 1 parte por millón (ppm), el etileno es fisiológicamente activo, ejerciendo gran influencia sobre los procesos de maduración y senescencia de las frutas, influyendo de esta manera en la calidad de las mismas. Además, la formación de la zona de desprendimiento de la fruta del resto de la planta (abscisión) también es regulada por esta sustancia. Partiendo de lo mencionado evidencia la importancia que tiene el etileno en la fisiología postcosecha. La cantidad de etileno que se produce en una fruta es diferente a otra fruta, y su capacidad de conservación; sin embargo, la aplicación externa de este gas generalmente promueve el deterioro del producto acortando la vida de anaquel, tiempo útil para su comercialización, a continuación, se describe en la figura 10 (Navarro 2012).

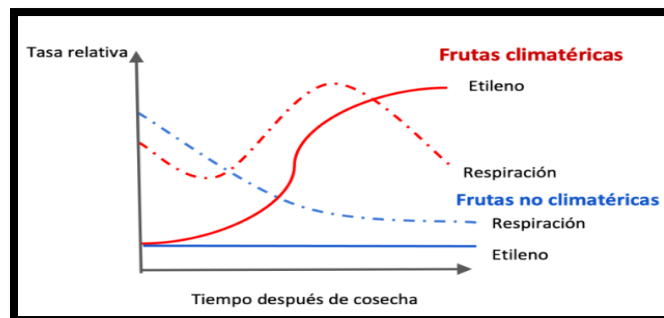


Figura 10. Producción de etileno en frutas climatéricas y frutas no climatéricas. **Fuente:** Farcuh 2021.

5.4.4. Alteraciones Fitopatógenas

Según Nelson, citado por Castro (2003), la fruta de plátano es un producto perecedero susceptible al ataque microbiano causantes de enfermedades durante y después de la cosecha y durante su almacenamiento. Los hongos causantes de enfermedades son llamados fitopatógenos, de estos microorganismos hay un grupo que ocasionan grandes pérdidas en las frutas, por tal motivo son muy importantes conocerlos, ya que ocasionan grandes pérdidas económicas en la producción aumentando el costo de la producción al tomar medidas preventivas para su control, dentro de las especies de hongos fitopatógenos de importancia económica se presentan los siguientes:

- ✓ *Fusarium verticillioides*
- ✓ *Colletotrichum musae*
- ✓ *Penicillium*

➤ ***Fusarium verticillioides***

Fusarium verticillioides, presenta macroconidios en forma de hoz, con las superficies dorsal y ventral casi paralelas, de pared delgada con una célula basal o pie distinta y una célula apical que a menudo es alargada (Nelson, Citado por Castro 2003).

Fusarium Verticillioides es un patógeno no obligado, que no tiene un hospedero específico y se puede encontrar en sorgo, trigo, avena, arroz, algodón, frijol, tomate, cacahuate, plátano. Se ha reportado a *Fusarium verticillioides*, que presenta problemas en plátano en postcosecha el fruto presenta problemas de pudrición de la corona, este problema se da en todas las partes del mundo en postcosecha, esta enfermedad presenta serios problemas para la exportación de la fruta de plátano ya que deteriora la calidad de la fruta por lo cual limita la aceptación del consumidor (Aguilar et al 2013).

➤ ***Colletotrichum musae***

Colletotrichum musae es la causante de antracnosis es una enfermedad del trópico que afecta los tejidos de los frutos en estado de madurez, estas reducen la calidad y la vida poscosecha del fruto. Se distribuye en todas las zonas de producción de plátano, y es una de las más importantes por las pérdidas que ocasiona. La infección de los frutos puede ocurrir en estado maduro e inmaduro. Todos los cultivos son susceptibles, aunque difieren en el grado de susceptibilidad, en el plátano maduro presenta las lesiones de color café oscuras o negras en forma de rombo (Cano 2006).

➤ ***Penicillium spp.***

Las especies del género *Penicillium* es un hongo fitopatógono que causa deterioro en las frutas, característica de este hongo tiene forma de conidio en estructura ramificada semejante a un pincel, colores típicos pueden variar de azul a verde producen podredumbre azul y verde, los frutos pueden ser infectados por heridas o por contacto con frutos infectados, se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, ya que son comunes en una amplia gama de hábitats, desde el suelo, vegetación, aire, ambientes interiores y varios productos alimenticios. Las especies *Penicillium* son consideradas saprofitas, pues su principal función en la naturaleza es la descomposición de la materia orgánica. Adicionalmente, cuenta con especies causantes de pudriciones devastadoras en pre y poscosecha, así como patógenos de cultivos (Visagie, Citado por Hernández 2016).

5.5. Tratamientos Térmico en fruto de plátano en postcosecha

El plátano para ser comercializado, es sometido a un tratamiento térmico una práctica cuarentenaria con el fin de eliminar huevecillos de insectos como la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*). Existen tres métodos diferentes de tratamientos térmicos: Agua caliente, vapor caliente y aire caliente, siendo el tratamiento con agua caliente, comúnmente conocido como tratamiento hidrotérmico según Baker, Citado por Vicente (2004).

5.5.1. Tratamiento con agua caliente (TH)

El agua caliente fue utilizada en sus inicios para el control de hongos, pero su uso luego se extendió para el control de insectos. Estos tratamientos resultan útiles en muchos casos para el control de hongos ya que las esporas de los mismos se encuentran en forma latente a nivel superficial o entre las primeras capas de células por debajo de la piel de los frutos. Los tratamientos por lo común se aplican durante pocos minutos, ya que el agua es un medio de transferencia de calor más eficiente que el aire. Muchos productos pueden tolerar la exposición a temperaturas entre 50-60°C por 10 min, pero el control de hongos se puede realizar en condiciones menos drásticas. También se han realizado tratamientos térmicos con agua mediante ducha. Para ello se utilizan máquinas que pueden asperjar agua caliente sobre el fruto de plátano y que pueden adicionarse a las líneas tradicionales de clasificación y acondicionamiento. En ellas los productos son transportados por una serie de rodillos rotatorios y mediante picos aspersores son sometidos a una ducha con agua caliente. Este tipo de tratamiento resulta de utilidad tanto para controlar patógenos como para eliminar suciedad de las superficies de los frutos de plátano. (Prusky y col, Citado por Vicente 2004).

5.5.2. Tratamientos con vapor caliente

El tratamiento de vapor consiste en colocar los frutos de plátano en contacto con aire saturado con vapor a temperaturas entre 40 y 50°C, con el propósito de matar huevos y larvas de insectos y se emplean como tratamientos cuarentenarios en forma previa a los embarques. La transferencia de calor se produce por la condensación del vapor de agua en las superficies frías. Este procedimiento fue utilizado en un principio para el control de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y de la mosca mexicana (*Anastrepha ludens Loew*) (Baker, Citado por Vicente 2004).

5.5.3. Tratamiento con aire caliente

Para poder aplicar aire caliente se colocan los frutos de plátano en cámaras de calentamiento con o sin aire forzado. El proceso de calentamiento con aire es más lento que en el caso de los tratamientos con agua o vapor, lo que determina en general la realización de tratamientos más prolongados. Los tratamientos térmicos con aire caliente resultan de especial interés para estudiar los efectos fisiológicos sobre los frutos. Por otra parte, resultan la única estrategia posible en el caso de frutos que puedan ser afectados por elevada humedad o mojado superficial. En el caso de los tratamientos para el control de insectos, la utilización de tratamientos con aire caliente resulta beneficiosa en algunos productos que puedan ser sensibles al calentamiento a velocidades elevadas. Se han desarrollado tratamientos con aire caliente para el control de mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*). La exposición a altas temperaturas con aire caliente forzado también puede reducir el ataque de *Botrytis cinérea* (Klein y col, Citado por Vicente 2004).

5.6. Estándares y Normativas para plátano (*Musa paradisiaca*)

Para poder exportar plátanos para los diferentes mercados internacionales se han creado regulaciones y estándares normativos para el cultivo de plátano, bajo condiciones adecuadas que deben exportarse la fruta y cumplir parámetros de calidad.

Normas de calidad. El codex alimentarius, es una norma internacional elaborada por un programa mixto de la organización mundial de la Salud (OMS) y la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). La norma para el plátano (CODEX STAN 205) enumera los diferentes aspectos relativos a la calidad del producto que debe reunir el plátano destinado al mercado fresco (*Musa paradisiaca*). Tras definir el producto y el campo de aplicación, los aspectos cualitativos (FAO 205).

5.6.1. Aspectos cualitativos de la norma (CODEX STAN 2005)

- Disposiciones relativas a la calidad (requisitos mínimos, criterios estar enteros, sanos, limpios)
- Clasificación (categoría «extra», categoría I y categoría II)
- Disposiciones relativas a la clasificación por calibres
- Disposiciones relativas a las tolerancias (de calidad por categoría y de calibre)
- Disposiciones relativas a la presentación (homogeneidad, envasado y descripción de los envases)
- Marcado o etiquetado (envases destinados al consumidor y envases no destinados a la venta al por menor)
- Contaminantes
- Higiene según (FAO 2005).

6. METODOLOGÍA

6.1. Estrategia Metodológica

La metodología nos enseña a dirigir el experimento de la investigación con mejor eficacia lo cual se muestra en la figura 11.

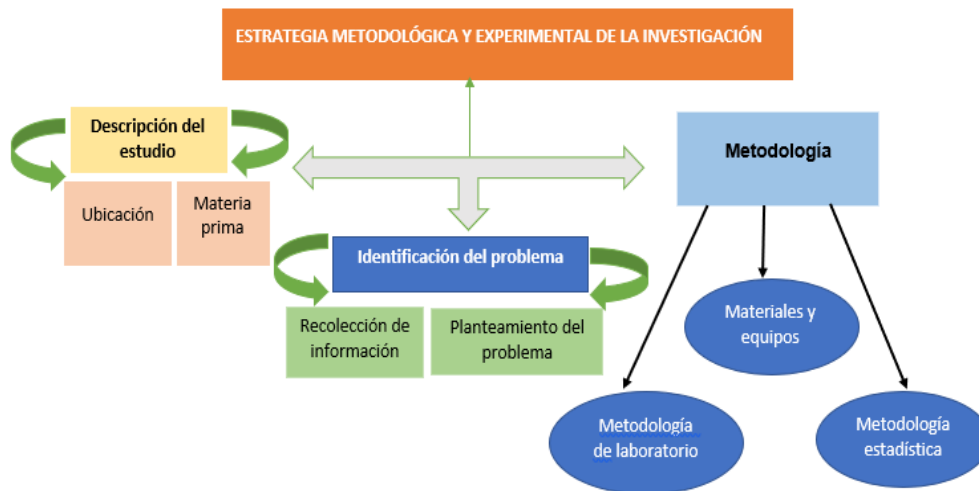


Figura 11: Estrategia metodológica. Fuente: Elaboración propia.

6.2. Ubicación del experimento

El ensayo se realizó en la estación experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en la jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de la Paz localizado

geográficamente a una latitud de 13°28'26" N, longitud 89° 08'33" O y su altitud es de 36 msnm.

Durante el experimento los datos de temperatura promedio en el lugar del ensayo fueron de 31°C, 30°C 29°C y humedad relativa promedio, 73%, 80%, 80% y el periodo de tiempo que duro el experimento fue de 6 días.

6.3. Materia prima

Para realizar el ensayo se utilizaron frutos de plátano "*Musa paradisiaca*" se cosecharon de la estación experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en una etapa de madurez fisiológica en grado dos (ver figura 12), los plátanos fueron seleccionados tomando en cuenta parámetros de madurez (llenado de los frutos, color observado, textura al tacto, peso) chequeando que cada fruto esté sano (libres de plagas y enfermedades) y libres de defectos como daños de golpes y heridas, partiendo de lo mencionado es para evitar afectar la calidad de la fruta y por ende intervenir en los resultados. Para realizar esta actividad se utilizaron algunos materiales tales como jivas, machete y cuchillo. Se corto la materia prima en estado 2 de madurez fisiológico según figura 12.

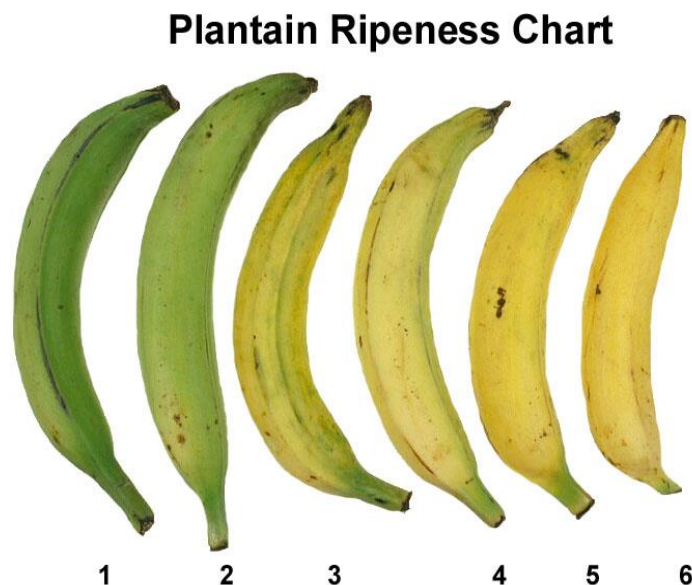


Figura 12: Estados de maduración del plátano. Fuente: Morrelli y Kader.

6.4. Materiales y equipos

Para poder realizar el montaje del experimento se utilizaron diferentes materiales y equipos donde se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Materiales y equipos

Materiales y equipos	
Plátano en madurez fisiológica	Bascula digital
Agua corriente	Termómetro
Guacales	Colorímetro
Agua destilada	Refractómetro digital
Ollas	Refrigeradora
Cajas plásticas	Peachimetro
Javas	Cronometro- reloj
Fenolftaleína	Cinta
NaOH	Regla
Cocina	Licuada
Mortero	Erlenmeyer

Fuente: Elaboración propia.

6.5. Metodología de laboratorio y en Planta.

La metodología de laboratorio consistió en realizar un análisis sensorial del fruto de plátano (*Musa paradisiaca*), el tipo de prueba de evaluación sensorial es de tipo descriptiva, en escala de atributos, a continuación, se describen cada una de ellas.

- **Color de la fruta:** (ver anexo A-5).

Para dicha prueba de tipo físico química, se utilizó un colorímetro realizando los siguientes pasos:

Paso 1. Encender el equipo y realizar calibración del equipo.

Paso 2. Limpieza de la fruta.

Paso 3. Se colocó la fruta sobre el lente del equipo para hacer la medición respectiva.

Paso 4. Se pulsó enter en el lector del equipo.

Paso 5. Búsqueda de la variable de interés (cada variable se pudo observar al inicio) ejemplo L^* , c , h , a^* y b .

Donde L = luminosidad,

C = cromo,

h = valor del ángulo del tono de 0 a 360 grados

a = coordenadas a+= rojo a- verde

b = coordenadas b+ amarillo, b- azul

Datos técnicos del equipo utilizado.

Nombre: cabezal de medida del colorímetro

Modelo: cabezal CR-410

Espacio de color / datos colorimétricos * XYZ, Yxy, L* a* b 04A

Pantalla de cristal

Baterías alcalinas tamaño aaa, adaptador 230 V AC, 50-60 Hz,0.4A

Condiciones de funcionamiento: temperatura: 0 a 40°C, humedad relativa: inferior al 85%.

Condiciones de almacenamiento: temperatura – 20° a 40°C, humedad relativa: inferior al 85%.

➤ **Acidez titulable:** (ver anexo A-7).

Para esta medida físico química se realizó por el método volumétrico, obteniendo el jugo de la fruta de plátano sin impurezas, tomando 10 ml de ese jugo, luego se tituló con NaOH 0,1 N, y se determinó el porcentaje de acidez. Para este análisis se utilizó una pipeta, un erlenmeyer, agua destilada, NaOH, fenolftaleína al 5% y un mortero de porcelana.

➤ **Gados brix:** (ver anexo A-9).

Para medir los grados brix se ocupó un refractómetro (análogo) y se realizó en los siguientes pasos:

Paso 1. Se extrajo una muestra de jugo de la fruta de plátano usando un mortero de porcelana.

Paso 2. Se lavó el lente del refractómetro con agua destilada para eliminar cualquier impureza.

Paso 3. Se colocó una pequeña muestra en la plataforma cristalina para hacer la lectura.

Paso 4. Se hizo la lectura de los grados.

Datos técnicos del refractómetro

Modelo REF113

Rango: 0 – 32% brix

Resolución: 0- 20%

Temperatura de referencia 20°C

Peso: 175 gr

Medidas: 27 x 40 *160 mm

➤ **PH:** (ver anexo A-8).

Para realizar la medición de ph, se exprimió la fruta de plátano para obtener el zumo. Para realizar este análisis se utilizaron los siguientes materiales:

- 1 Mortero de porcelana
- Vasos precipitados de 250 ml y 100 ml.
- 1 Bureta
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.
- Peachimetro

Procedimiento:

Paso 1. Se trozo la fruta y se exprimió en un mortero de porcelana hasta obtener el zumo.

Paso 2. Utilizando una bureta en un vaso de precipitado de 100 ml se agregó 10 ml del zumo y 10 ml de agua.

Paso 3. Luego se calibró el peachimetro.

Paso 4. Se colocó la sonda del peachimetro dentro de los vasos precipitados.

Paso 5. Se anotó los ml de NaOH gastados.

Paso 6. Se calculó la acidez titulable utilizando una fórmula de la siguiente manera:

$$\text{Acidez titulable} = (\text{GB})(\text{N})(\text{Peq}) / \text{A} \times 100$$

Donde:

GB= hidróxido de sodio gastados

N= normalidad del hidróxido de sodio

Peq= equivalente del ácido málico = 0.6%

A= volumen de la muestra

Paso 7. Se limpió con agua destilada la sonda del peachimetro, quedando lista para otra toma de datos.

- **Tasa de respiración:** (ver anexo A-6).

Para calcular la tasa de respiración de la fruta del plátano se ocupó un analizador de gases.

Datos técnicos del equipo

Modelo. Checkpoint 3

Tiempo de calentamiento 9 segundos

Dimensiones y peso 75x100x 175 mm (alto x ancho x profundo) 0.7 kg

Fuente de alimentación = batería, tiempo de carga máxima 5 horas, listo para 2,000 mediciones.

Conexiones = wifi, (WPA, WPA 2, WPA enterprise).

Calibración y revisión = 12 meses

Vida útil esperada del sensor O₂ mayor a 3 años, CO₂ mayor a 5 años

Temperatura de funcionamiento de 0 – 40 °C

Para realizar la medición de la tasa de respiración necesitamos:

- Analizador de gases
- Recipiente de vidrio
- Tapones de plástico
- Papel toalla

Procedimiento ejecutado:

- Paso 1. Cálculo del volumen del recipiente
- Paso 2. Colocación de la fruta en un recipiente
- Paso 3. Medición de las concentraciones de O₂ y CO₂ en el mismo.
- Paso 4. Cálculo de la tasa de respiración.

Fórmula utilizada para calcular volumen del recipiente:

Peso del recipiente con agua - peso del recipiente solo.

Fórmula para calcular tasa de respiración:

$$Formula = TR \text{ ml } CO_2 \text{ k}^2 \cdot h^2 = \frac{\Delta(O_2)}{100} \times \frac{Vol.lb(ml)}{Peso \text{ de muestra}} \times \frac{1}{Tiempo(hora)}$$

Formula volumen libre: *Vol inicial – volumen final*

Donde:

ΔCO_2 = es el valor de CO_2

$\frac{Vol.lb(ml)}{Peso \text{ de muestra}} = \frac{\text{es la capacidad del recipiente}}{\text{peso del fruto}}$

$\frac{1}{Tiempo(hora)} = \frac{\text{tiempo de las repeticiones}}{3600 \text{ segundos}}$

6.6. Metodología estadística

6.6.1. Diseño estadístico

Para el establecimiento del ensayo se utilizó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones, el análisis de los datos de las variables descritas previamente, se analizaron con estadística inferencial haciendo uso de prueba de Tukey y gráficos.

6.6.2. Tratamientos y repeticiones

Se utilizaron: 4 tratamientos (hidrotérmicos) y 3 repeticiones, se almaceno a temperatura ambiente, 4 = 4 tratamientos por 3 repeticiones = 12 tratamientos por 3 repeticiones = 36 unidades experimentales, por cada tratamiento se tendrán 11 plátanos.

En la metodología estadística se analizaron los datos obtenidos del ensayo, por lo cual se hizo uso de estadística inferencial en las variables tales como: respiración, color, ph.

Se utilizó la prueba de Tukey para determinar la mejor media, en aquellos tratamientos donde se logró significancia estadística. La información se procesó haciendo uso del software infostat, excel, para una mejor interpretación de los datos obtenidos en la investigación.

6.6.3. Distribución del experimento

El experimento se realizó de agosto a septiembre del 2023, en el ensayo se evaluó el efecto de tratamientos térmicos, cada tratamiento tenía 11 frutos de plátano (*Musa paradisiaca*), se utilizó el diseño estadístico completamente al azar, con cuatro tratamientos hidrotérmicos y almacenaje a temperatura ambiente. Un tratamiento testigo (T0) no se le aplicó temperatura, un tratamiento (T1) hidrotérmico con temperatura de (33 °C / 3 minutos), otro tratamiento (T2) hidrotérmico con temperatura de (37 °C / 3 minutos) y el tratamiento (T3) temperatura de (40 °C / 3 minutos), posteriormente todas las muestras almacenaron a temperatura ambiente. Lo anterior descrito se describe en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos.

Tratamientos	Factor/ hidrotérmico	Factor/ temperatura de almacenaje
T0	(Testigo)	Temperatura ambiente
T1	(33 °C / 3 minutos)	
T2	(37 °C / 3 minutos)	
T3	(40 °C / 3 minutos)	
3 repeticiones		

Fuente: Elaboración propia.

Se plantea en la figura 13, el flujo de proceso que se llevará a cabo en el presente estudio antes detallado, donde se muestran las operaciones previas a llevar a cabo para someter las muestras de plátano al proceso hidrotérmico. Todas las operaciones que se detallan en la figura 13.

En los anexos A-1, A-2, A-3 y A-4. Se presenta el formato de recolección de datos para los parámetros y la clasificación acondicionamiento del producto para el montaje y el parámetro peso.

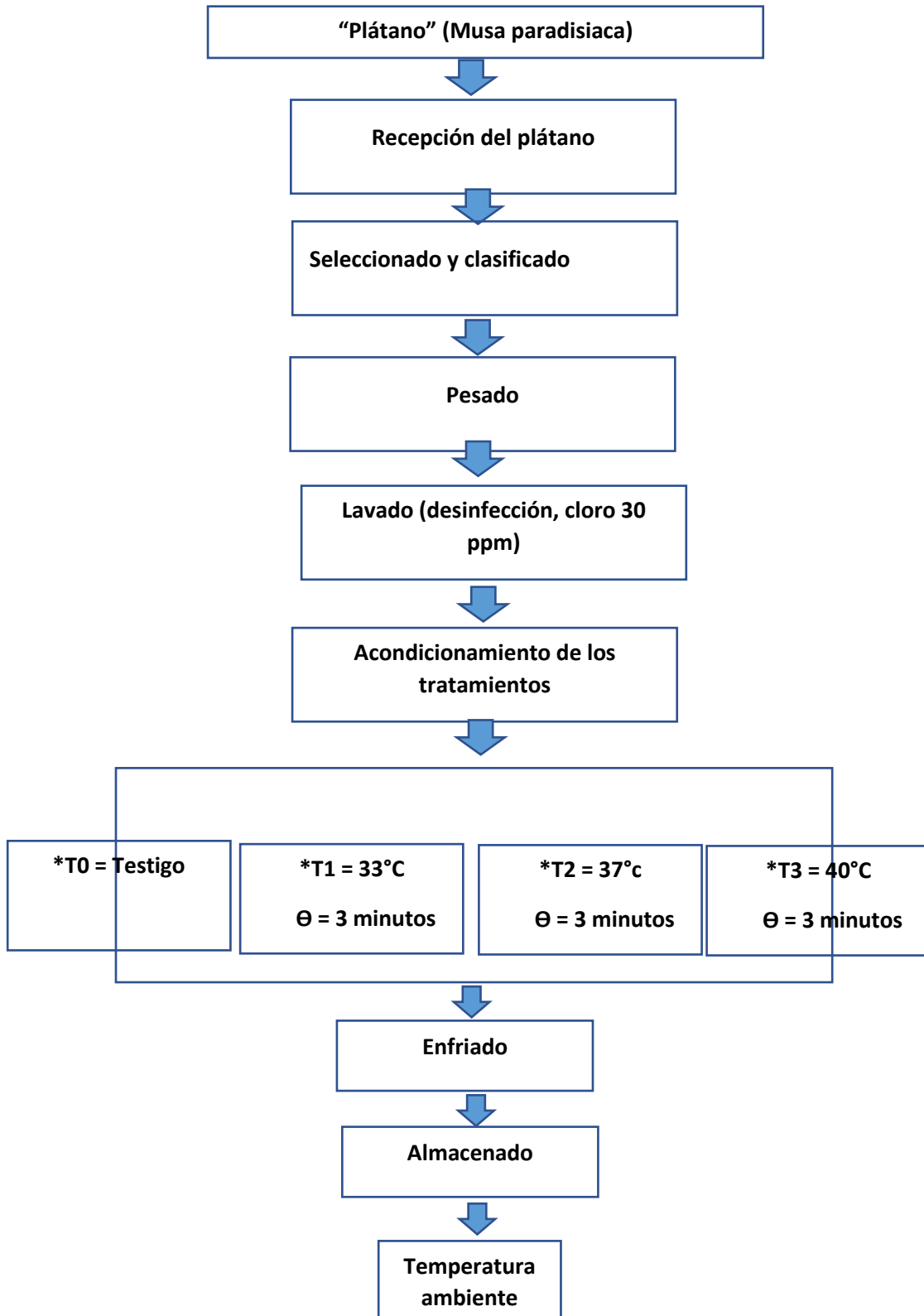


Figura 13: Diagrama de flujo para manejo hidrotérmico del plátano. **Fuente:** Elaboración propia.

7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

El peso medido en gr de los plátanos con diferente tratamiento hidrotérmico, se muestra la pérdida de peso en la figura 14.

Pérdida de peso

GRAFICO COMPARATIVO DE PERDIDA DE PESO/PESO/HUMEDAD RELATIVA/TRATAMIENTO Y TEMPERATURA

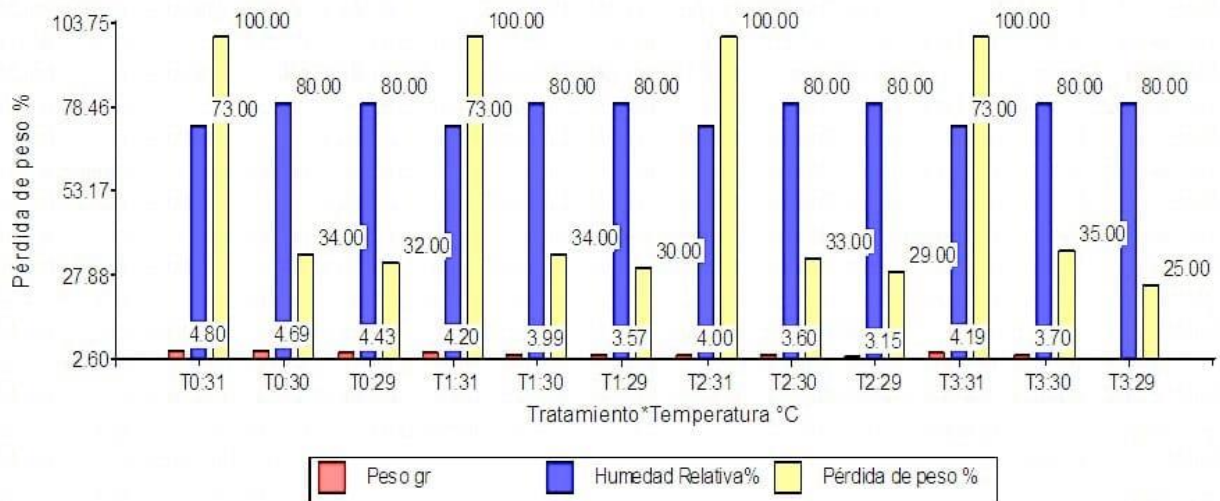


Figura 14. variable pérdida de peso.

Análisis. Referente a la variable pérdida de peso, se presenta en el T3 el valor de temperatura de 30°C y 29°C con un valor del 35% y 25% de pérdida reflejando una pérdida total de peso acumulada del 60% seguido del T2 teniendo una pérdida de 33% y 29% teniendo una pérdida acumulada de peso del 62%, el T0 refleja la pérdida de peso mayor con valores 34% y 32% reflejando una pérdida total de peso del 66%. Como se puede observar en el grafico el peso inicial es del 100% y desde ahí se registró cuanto peso se perdió a los 6 días después de montado el experimento a diferentes condiciones de temperatura. Estos resultados se pueden comparar con los de Arcila, quien citado por Mejía 2013 reporta para la variedad de plátano “Dominico hartón”, almacenado a 22°C, pérdidas entre el 10% y 20%, y a 23°C, reporta pérdidas cercanas al 30 %.

El análisis de varianza para las variables pérdida de peso y humedad relativa se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. ANVA de pérdida de peso y humedad relativa.

ANVA Pérdida de peso %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pérdida de peso %	16	0.02	0.00	70.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	252.00	7	36.00	0.02	>0.9999
Tratamiento	252.00	7	36.00	0.02	>0.9999
Error	12584.00	8	1573.00		
Total	12836.00	15			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable pérdida de peso promedio de los plátanos.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=242.02655

Error: 1573.0000 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	53.33	3	22.90 A
T2	54.00	3	22.90 A
T1	54.67	3	22.90 A
T0	55.33	3	22.90 A
T3 TOTAL	60.00	1	39.66 A
T2 TOTAL	62.00	1	39.66 A
T1 TOTAL	64.00	1	39.66 A
T0 TOTAL	66.00	1	39.66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$).

Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta menores pérdidas de pesos en las medias con un valor de 60% en su total mientras el T0 es el que más pérdida muestra con un 66% seguido del T1 con 64% y finalizando con el T2 con un 62% de pérdida de peso.

ANVA de Humedad Relativa%

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad Relativa%	12	0.00	0.00	5.20

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.!!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	3	0.00	0.00	>0.9999
Tratamiento	0.00	3	0.00	0.00	>0.9999
Error	130.67	8	16.33		
Total	130.67	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable humedad relativa.

La tasa de respiración para cada tratamiento en estudio con respecto al CO2 y O2, se muestra en la figura 15.

Tasa de respiración

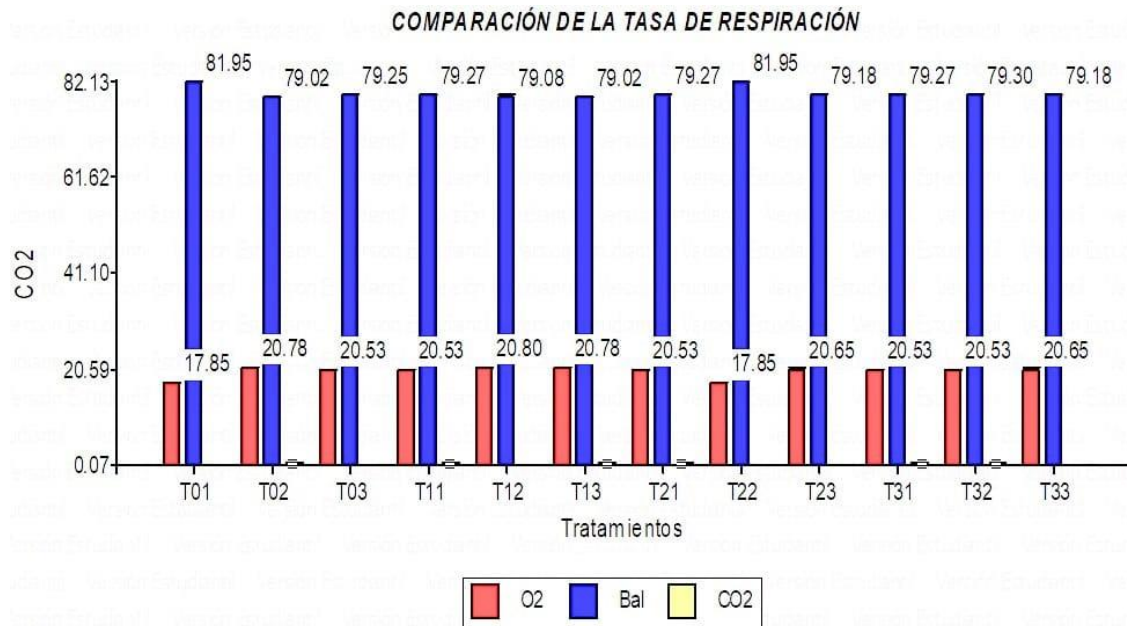


Figura 15. TR comparación

Análisis. En la comparación de la tasa respiratoria de los diferentes tratamientos en estudio se obtuvo que el menor valor de O₂ se encuentra en el T0 repetición 1 y en el Tratamiento T2 repetición 2 con un valor de 17.85, seguido del mayor valor de O₂ que se encuentra en el T3 R2 con un valor de 20.80 seguido de T0R2 y T1R3 con valores de 20.78, mientras la presión barométrica de los tratamientos que se obtuvo fue la siguiente, para el T0R2 se tiene una presión de 79.02 seguido del valor más alto en el T0R1 y T2R2 con valores de presión barométrica de 81.95.

La presión barométrica (BAL) es el valor de presión atmosférica que se mide de un punto cualquiera por encima del nivel del mar.

Cuando la presión barométrica BAL es baja (sea está a mayor altura), se reduce la concentración de oxígeno que respira la fruta, es decir la respiración será más lenta.

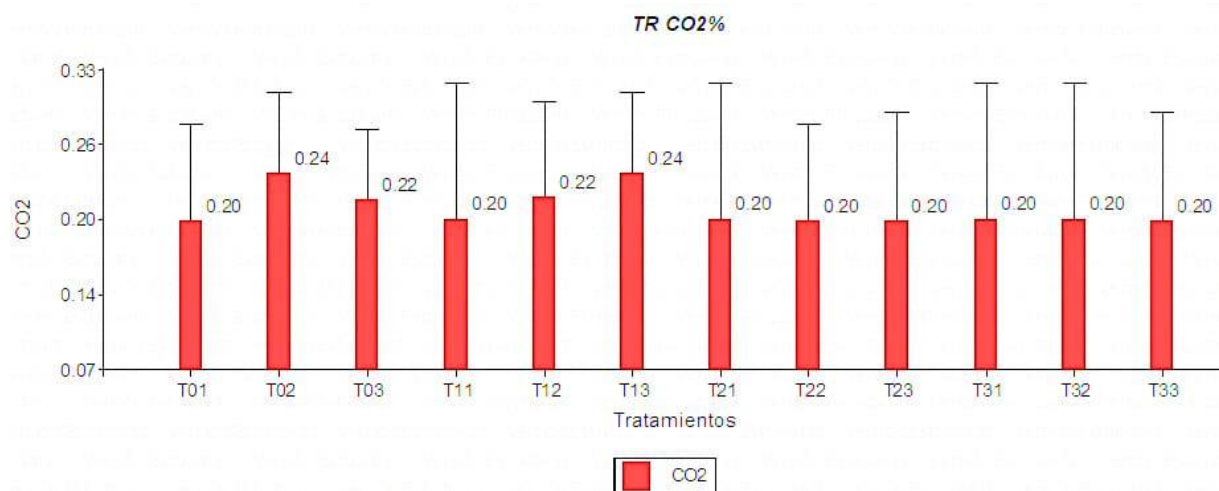


Figura 16. Grafica de CO₂

En la figura16, se muestra las variaciones de CO₂ que han manifestado los tratamientos al implementarse lo que es el proceso postcosecha en plátano, según la literatura consultada los valores rondan desde el 0 - 0.7. según (Órtola S.f).

Tasa respiratoria (TR) es conocida como la cantidad de anhídrido carbónico emitido o de oxígeno consumido por kg de fruta por hora esto se detalla en la figura 17.

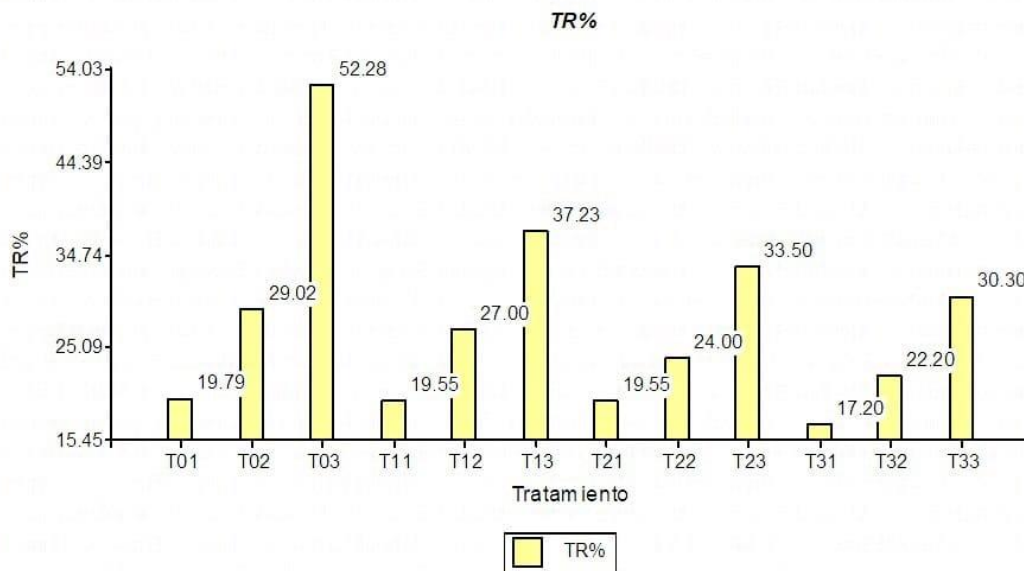


Figura 17. TR% en plátano.

Análisis. Al analizar los datos de las tasas de respiración con la fórmula detallada a continuación.

$$= TR \text{ ml } CO_2 \text{ k}^2 \cdot h^2 = \frac{\Delta(O_2)}{100} \times \frac{\text{Vol. lb(ml)}}{\text{Peso de muestra}} \times \frac{1}{\text{Tiempo(hora)}}$$

El T0 llega a un a TR del 52.28% y presenta el mayor valor seguido del T1, con 37.23%, T2 con 33.50%, y el menor valor lo presenta el T3 con un 30.30% reflejando diferencias significativas y que hay una gran diferencia entre el T0 de 52.28%, y el T3 con 30.30% de un 27.98%, demostrando que al someter los plátanos por mayor periodo de tiempo a tratamientos térmicos se disminuye la tasa de respiración.

El análisis estadístico para la variable tasa de respiración se detalla en el cuadro 8.

Cuadro 8. ANVA de tasa de respiración

O2					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
O2	49	0.99	0.99	0.61	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor

Modelo	52.96	11	4.81	320.40	<0.0001
Tratamientos	52.96	11	4.81	320.40	<0.0001
Error	0.56	37	0.02		
Total	53.52	48			

Análisis. El P. Valor<0.01 por lo que aceptamos la hipótesis alterna y se concluye que, si existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable tasa de respiración de O2 promedio de los plátanos, con un error de 0.56.

CO2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CO2	49	0.01	0.00	81.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	11	1.1E-03	0.04	>0.9999
Tratamientos	0.01	11	1.1E-03	0.04	>0.9999
Error	1.10	37	0.03		
Total	1.11	48			

Análisis. El P. Valor>0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable tasa de respiración de CO2 promedio de los plátanos, con un error de 1.10.

Bal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Bal	49	0.99	0.99	0.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52.33	11	4.76	526.96	<0.0001
Tratamientos	52.33	11	4.76	526.96	<0.0001
Error	0.33	37	0.01		
Total	52.66	48			

Análisis. El P. Valor<0.01 por lo que aceptamos la hipótesis alterna y se concluye que, si existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable tasa de respiración de Bal promedio de los plátanos, con un error de 0.33

La variable color para los tratamientos en estudio se detalla a continuación en la figura 18.

Variable Color

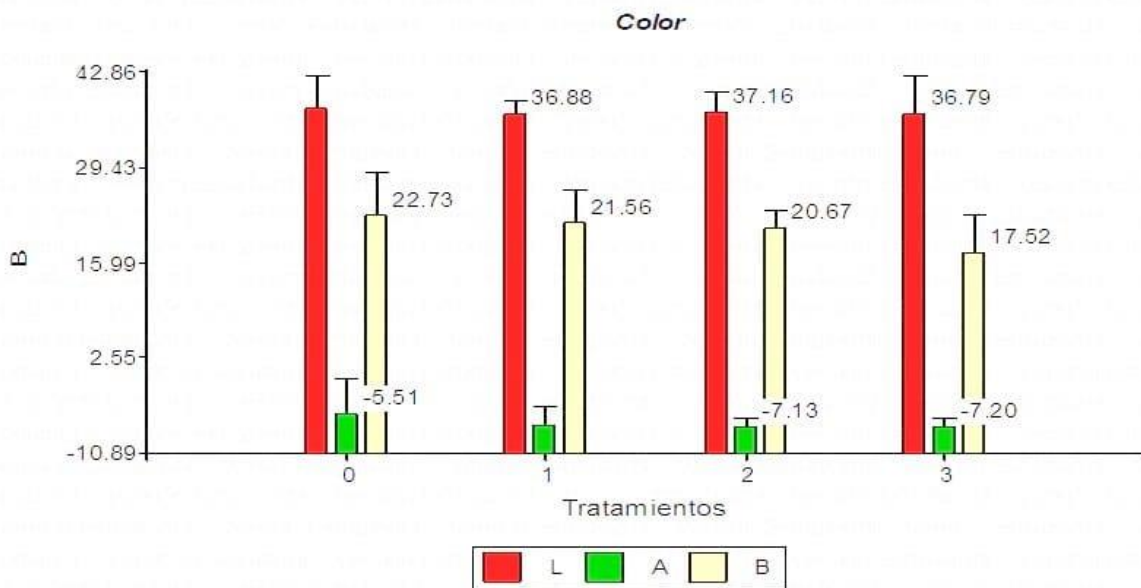


Figura 18. Grafica de color.

Análisis. Mientras la luminosidad (L*) representa que tan oscura es la muestra, es una escala que va del blanco al negro donde 0 es negro y 100 es blanco, aunque los colores parezcan iguales a simple vista en realidad no lo son, equipos como el colorímetro son capaces de detectar estas pequeñas diferencias (García et al 2019). Podemos observar los diferentes valores de luminosidad obtenidos para cada tratamiento de plátano analizado, observamos que las muestras de T0 a T3 presentan una tendencia descendente del valor de luminosidad, el tratamiento 0 con un valor en luminosidad de 37.55, seguidos del T1 con 36.68. y tiene colores más oscuros con un valor de 36.79 correspondiente al T3. Luego en "A" el menor el T0 con -5.51, mientras el valor del T3 con -7.20, reflejando diferencias significativas del color verde, indicando que a mayor temperatura se pueden conservar las propiedades químicas del plátano por mayores periodos de tiempo, y esto se comprueba al ver el "B", que representa el color amarillo el valor para el T0: es de 22.73, seguido del T1 tiene 21.56, y el T3 con 17.52

reflejando diferencias significativas en los tratamientos en la variable del color. Demostrando que el tratamiento térmico afecta la variable color y en la maduración de los mismo reflejada en los cambios de color de los plátanos por las variables A*, L*, B*.

El análisis estadístico para la variable color se muestra en el cuadro 9.

Cuadro 9. ANVA variable de color.

ANVA de color					
L					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
L	12	2.7E-03	0.00	18.67	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.06	3	0.35	0.01	0.9991
Tratamientos	1.06	3	0.35	0.01	0.9991
Error	383.77	8	47.97		
Total	384.82	11			
Análisis. El P. Valor>0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable color “L” en los distintos tratamientos evaluados.					
Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=24.80776					
<i>Error: 47.9707 gl: 8</i>					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	36.79	3	4.00	A	
2	36.88	3	4.00	A	
3	37.16	3	4.00	A	
0	37.55	3	4.00	A	
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)</i>					
Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta mayor luminosidad entre más positivo el valor más oscuro es y entre menos positiva menos luminosidad presenta, como lo es el T0 con una media de 37.15 seguido del T3 con una media de 37.5, en las medias con un valor de 60% en su total mientras el T0 es el que más pérdida muestra con un 66% seguido del T1 con 64% y finalizando con el T2 con un 62% de pérdida de peso.					

A

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A	12	0.03	0.00	74.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.82	3	1.94	0.08	0.9702
Tratamientos	5.82	3	1.94	0.08	0.9702
Error	199.30	8	24.91		
Total	205.12	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable color "A" en los distintos tratamientos evaluados.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=17.87753

Error: 24.9124 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	-7.20	3	2.88 A
2	-7.13	3	2.88 A
1	-7.01	3	2.88 A
0	-5.51	3	2.88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta un valor negativo en "A" que es del color verde entre más positivo maduro más el producto, según los datos obtenidos, el T0 muestra un valor de "A" más cercano a un valor positivo con -5.55 mientras los demás tratamientos muestran un valor de -7 y cercano a este valor lo que indica que el mejor tratamiento es el T3 con un valor de -7.20, reflejando que los tiempos de exposición y la temperatura juegan un papel importante en la variable del color verde de los plátanos.

B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
B	12	0.08	0.00	39.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	44.78	3	14.93	0.23	0.8750
Tratamientos	44.78	3	14.93	0.23	0.8750
Error	525.93	8	65.74		
Total	570.71	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable color "B" en los distintos tratamientos evaluados

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=29.04148

Error: 65.7413 gl: 8

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
3	17.52	3	4.68 A
2	20.67	3	4.68 A
1	21.56	3	4.68 A
0	22.73	3	4.68 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta un valor en "B" con 17.52, que es del color amarillo y esto indica que entre más positivo el color más predominaba el color amarillo en los plátanos, según los datos obtenidos, el T0 muestra un valor en "A" de 22.73 mientras los demás tratamientos muestran un valor cercano a este, seguido del T1 con 21.56, y el T2 con 20.67.

Los cambios asociados con la maduración varían según el fruto. Los cambios de coloración ocurren por las enzimas encargadas de la degradación de clorofila así su tasa de destrucción, posteriormente los pigmentos amarillos que han permanecido enmascarados por la luz y condiciones fisiológicas (Navarro 2012).

La variable ph, para los diferentes tratamientos en estudio se muestra en la figura 19.

Variable ph

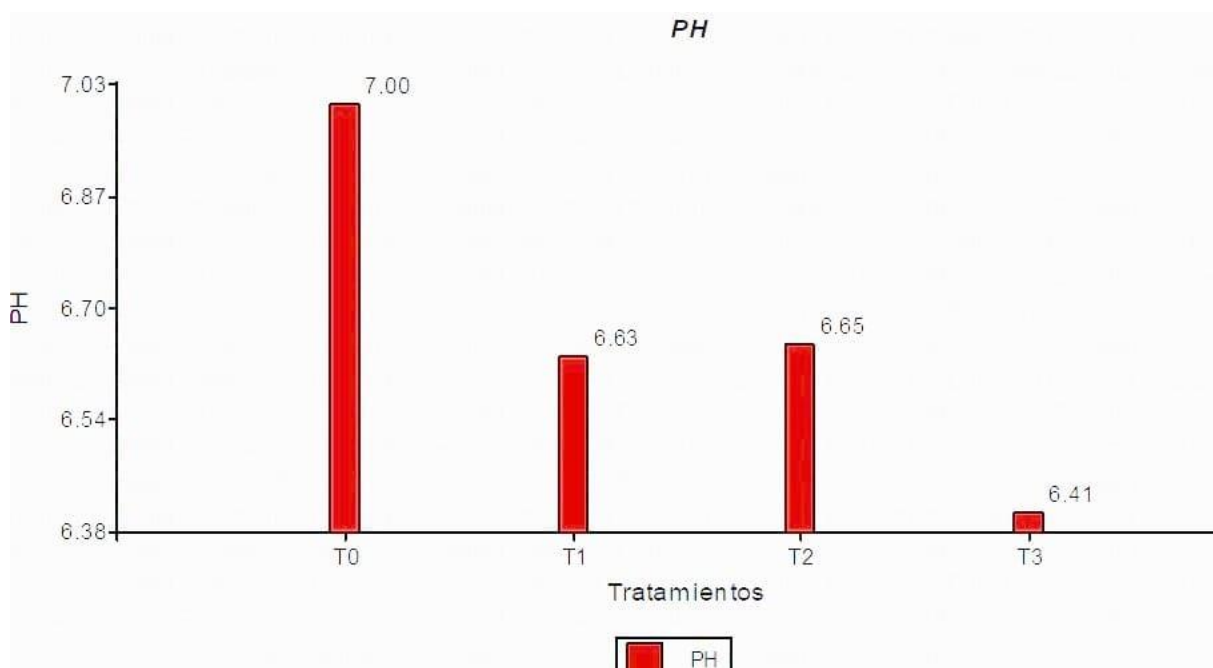


Figura.19. Grafica de ph.

Análisis. El valor de ph que presenta mejores valores es el T3 porque posee un dato de 6.41, seguido del T1 con 6.63 y T2 con 6.65, en las medias graficadas al comparlas con el T0 se concluye este se encontraba maduro por su alto valor de ph con 7.

En el cuadro 10, se presenta el análisis estadístico de la variable ph.

Cuadro 10. ANVA de ph

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	12	0.06	0.00	14.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.54	3	0.18	0.18	0.9048
Tratamientos	0.54	3	0.18	0.18	0.9048
Error	7.85	8	0.98		
Total	8.39	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable ph.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=3.54867

Error: 0.9816 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	6.41	3	0.57	A
1	6.63	3	0.57	A
2	6.65	3	0.57	A
0	7.00	3	0.57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta menor ph en comparación a los demás tratamientos con un valor de 6.41, seguido del T1 con 6.63, y el T2 con 6.65, mientras el T0 concluyo con un ph de 7 reflejando que este se encontraba casi maduro.

La maduración está relacionada con el ph, si es más ácido nos indica que está menos maduro, los ph básicos son los que han madurado más. Los niveles de ph pueden ser diferentes según la etapa fisiológica que se encuentre la fruta. La frescura de la fruta indica cuál es su máximo beneficio nutricional. Los niveles de ph permiten determinar el periodo de conservación y la frescura del producto, en función de lo mencionado se aplican técnicas de conservación (García 2023).

La variable grados brix se muestra en la figura 20.

Variable grados brix

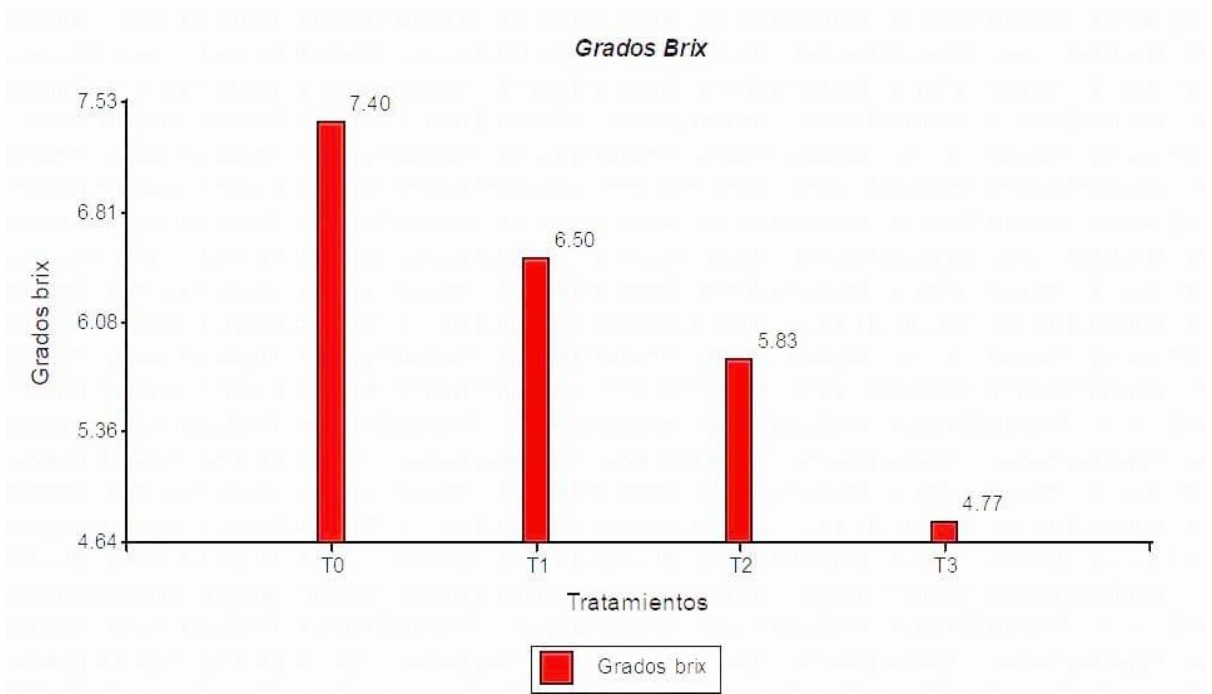


Figura 20. Grafica de los grados brix

Análisis. El valor de grados brix que presenta mejores valores es el T3 porque posee un dato con 4.77, seguido del T2 con 5.83 y T1 con 6.50, en las medias graficadas al compararlas con el T0 se concluye que este se encontraba maduro por su valor con 7.40 mostrando que el T3 mantuvo sus grados brix por mayores periodos de tiempo al ser sometido a una temperatura y tiempos más largos. La concentración de los sólidos solubles totales presenta un aumento progresivo a través de los días de almacenamiento debido a los procesos hidrolíticos del almidón presente en el fruto, lo cual es característico en el proceso de maduración, comportamiento similar a lo observado por (Quiceno et al 2014).

El análisis estadístico ANVA para la variable grados brix se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 11. ANVA de grados brix.

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Grados brix	12	0.02	0.00	123.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	11.09	3	3.70	0.07	0.9769
Tratamiento	11.09	3	3.70	0.07	0.9769
Error	454.75	8	56.84		
Total	465.84	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable grados brix.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=27.00490

Error: 56.8442 gl: 8

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
3	4.77	3	4.35 A
2	5.83	3	4.35 A
1	6.50	3	4.35 A
0	7.40	3	4.35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)

Análisis. El mejor tratamiento es el T0 porque presenta mayores grados brix con un valor de 7.40, pero como lo que se busca es preservar las características físico químicas del plátano por mayores periodos de tiempo el tratamiento mejor es el de menor grados brix el T3 con un valor de 4.77, seguido del T2 con 5.83, T1 con 6.50.

La variable acidez titulable se muestra en la figura 21.

Variable acidez titulable



Figura 21. Grafica de la acidez titulable.

Análisis. Los promedios de los tratamientos reflejan que el T0 presenta el valor en relación a la acidez titulable indicando que se encuentra más maduro en comparación a los demás tratamientos evaluados con un valor de 0.13, mientras el T3 muestra un valor de 0.24 indicando que este ha conservado mejor sus características de la acidez titulable, seguido del T2 con 0.21 y el T1 con 0.17, según la literatura consultada, entre más cercano es el valor a 0.1 la acidez es más alta y los plátanos se encuentran maduros, mientras el valor de acidez titulable aumente lo más cercano a 0.3 los plátanos se encuentran más verdes indicando que el T3 es el mejor tratamiento que presenta mejor acidez en comparación a los demás tratamientos. Estos resultados los podemos comparar con los obtenidos por Mejía (2013). La acidez presentó valores de 0.22, 0.25, 0.3, 0.35 y 0.4 como % de ácido málico para los frutos de 14, 15, 16, 17 y 18 semanas de cosecha.

El análisis estadístico ANVA para la variable acidez titulable se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. ANVA de acidez titulable

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez titulable	12	0.72	0.61	16.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	3	0.01	6.70	0.0142
Tratamientos	0.02	3	0.01	6.70	0.0142
Error	0.01	8	9.1E-04		
Total	0.03	11			

Análisis. El P. Valor > 0.01 por lo que aceptamos la hipótesis nula y se concluye que no existen diferencias altamente significativas en los tratamientos en estudio sobre la variable acidez titulable.

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=0.10799

Error: 0.0009 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.
0	0.13	3	0.02 A
1	0.17	3	0.02 A
2	0.21	3	0.02 A
3	0.24	3	0.02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.01)

Análisis. El mejor tratamiento es el T3 porque presenta mayores valores de acidez titulable con 0.24 en sus medias, seguido del T1 con 0.17 y el T2 con 0.21 mientras el T0 con 0.13 de acidez, reflejando que este se encontraba muy maduro cuando la literatura refleja que al tener una acidez titulable de 0.1 este se encuentra maduro.

8. CONCLUSIONES

- ✚ Los resultados de este trabajo de investigación permitieron observar que al tratamiento que se le aplicó 40°C, fue el mejor en brindar más vida útil al producto (plátano) a los 6 días manifestando una tendencia hacia una mayor vida de anaquel.
- ✚ El efecto de los tratamientos térmicos, ralentizó la respiración y por ende los procesos de maduración lo cual se vio reflejado en los valores bajos de los grados brix de los tratamientos con temperatura de 37° y 40 °C.
- ✚ Los mejores tratamientos para la acidez titulable fueron las temperaturas de 37° y 40 °C, lo que permite que la fruta mantenga su color verde por más tiempo y finalmente la tasa de respiración fue más lenta.
- ✚ Se comprobó que la intensidad respiratoria está directamente relacionada con el grado de madurez de la fruta quien a su vez se ve afectado en una reducción por los tratamientos térmicos estudiados.

9. RECOMEDACIONES

- ✚ Se recomienda el tratamiento 4 con temperaturas de inmersión de 40 °C por 3 minutos ya que demostró que puede ser muy efectivo en disminuir la madurez y alargar la vida útil del producto.
- ✚ La materia prima (plátano) tiene que cosecharse en su madurez fisiológica en grado 2, por ser una fruta climatérica si se cosecha casi maduro, el tratamiento térmico no causaría el mejor efecto en brindar más vida anaquel, sin embargo, es conveniente evaluar otros grados de madurez y relacionados con los tratamientos hidrotérmicos y las características sensoriales.
- ✚ Se recomiendan los tratamientos térmicos en plátano ya que puede ser una alternativa para los productores y comerciantes para alargar la vida útil por consiguiente tendrán menores pérdidas postcosecha.
- ✚ Se recomienda probar otras temperaturas de inmersión arriba de los 40 °C, con diferentes tiempos y diferente temperatura ambiente menor a 30 °C.
- ✚ Realizar un análisis sensorial para determinar si hay diferencias entre los tratamientos en la aceptación del producto de parte del consumidor.

10. Bibliografías

Aguilar et al, 2013. Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa spp. L*) (en línea). Piura, Perú. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5344992.pdf>

Arcilla et al, 1992. El cultivo de plátano (en línea). Quindío, Colombia. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2095/40195_24824.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arias et al, 2004. La economía Mundial del banano (en línea). Roma Italia. Consultado 14 jun. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s.pdf>

Arias, A; Toledo, J. 2007. Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos) (en línea). Roma, Italia. Consultado 16 jun. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>

Carlos, Hernández. 2016. Especies de *Fusarium* y *Penicillium* asociadas a frutales en los 44 departamentos del Cauca y Valle del Cauca, Colombia (en línea). Tesis. MS. CAGR. Colombia. UNAL. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56918/2018-Carlos_Alberto_Hernandez_Medina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castellanos, D; Algecira, N; Villota, C.2011. Aspectos relevantes en el almacenamiento de Banano en empaque con Atmosfera modificas (en línea). Revista Liberoamericana de tecnología postcosecha, vol. 12, núm. 2, pp. 114- 134. Consultado 20 sep. 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/813/81320900002.pdf>

Castro. 2003. Ficha técnica marchitez del agave (*Fusarium verticillioides*) (en línea). México. Consultado 19 jun. 2023. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/244027/Ficha_Tecnica_Fusarium_verticillioides_en_agave_Versión_FINAL.pdf

F, Gonzales 2018. Efecto de la exposición de la fruta en el árbol sobre la tasa respiratoria y producción de etileno en dos CVS. De manzana (*Malus domestica Borkh*) (en línea). Tesis. Ing. Agr. Chile. UTALCA. Consultado 17 jun. 2023. Disponible en <http://dspace.atalca.cl/bitstream/1950/11704/5/20190024.pdf>

FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2021. Banano análisis de mercado (en línea). Roma Italia. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/cc1610es/cc1610es.pdf>

FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Norma para el banano plátano 205 (en línea). Roma Italia. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B205-1997%252FCXS_205s.pdf

FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación).2017. Situación del mercado del banano 2015, 2016 (en línea). Roma Italia. Consultado 16 jun. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/i7410es/i7410es.pdf>

FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1987. Manual para el manejo de postcosecha de frutas y hortalizas (en línea). Santiago, Chile. Consultado 16 jun. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S00.htm#Contents>

FAO (Organización de las naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación).2015. Perdidas en la manipulación después de la cosecha (en línea). Guayaquil, Ecuador. Consultado 10 nov. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/j5778s/j5778s.pdf>

G, Gregori. 2007. La transpiración de frutas y verduras (en línea). Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <https://www.fomesafruitech.net/Fruitech/boletines/INFOPOST%2007.pdf>

García 2023. Métodos de análisis de ph en frutas y verduras (en línea). Consultado 15 jun. 2023. Disponible en <https://es.scribd.com/document/632663145/METODO-DE-ANALISIS-DE-PH-EN-FRUTAS-Y-VERDURA1-pdf>

García, J; Guerra, M; Morales, M; Gómez, J; García, A. 2019. Caracterización colorimétrica y propiedades fisicoquímicas en bebidas a base de Café soluble (en línea). México. Consultado 28 sep. 2023. Disponible en <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/10/129.pdf>

Gilmar, Mejía. 2018. Guía Cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) (en línea). El Salvador. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en <https://www.centa.gob.sv/download/quia-tecnica-cultivo-de-platano/#>

Gracia et al, 2020. Guía andina para el diagnóstico de fusarium raza 4 tropical (R4T) (en línea). Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/202072181721Guia%20Andina%20Final.pdf>

Hilda, Palma. 2016. Evaluación del proceso de producción de harina de plátano (*musa paradisiaca L.*) para la preparación de atol y su caracterización proximal y sensorial (en línea). Tesis. Ing. Qm. Guatemala. USAC. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/45359404.pdf>

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2095/40195_24824.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2023. El cultivo del banano en República Dominicana un cultivo básico en la alimentación del país (en línea). República Dominicana. Consultado 13 jun. 2023. Disponible en <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/el-cultivo-del-banano-en-republica-dominicana-un-cultivo-basico-en-la-alimentacion>

Infoagronomo. 2022. Partes de una planta de banano (en línea). Consultado 19 jun. 2023. Disponible en <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTzwdRB2eGOfFKo3xtEoQ2Se4smCBPXyZedXpHuB5m2&s>

J, Melgar. 2016. Evaluación del proceso de producción de harina de plátano (*musa paradisiaca.*) para la preparación de atol y su caracterización proximal y sensorial (en línea). Tesis. Ing. Quim. Guatemala. USAC. Consultado 14 jun. 2023. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/45359404.pdf>

J, Pedraza. 199. Manejo postcosecha del plátano (en línea). Colombia Consultado jun 17. 2023. Disponible en <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4704/1/Manejo%20poscosecha%20del%20platano.pdf>

J, Vélez. 2018. actividad Antioxidante de la flor del plátano (en línea). Colombia. Consultado 15 jun. 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Juan-Velez-20/publication/327207211_Actividad_antioxidante_de_la_flor_del_platano/links/5b7ffc6f4585151fd12f1e72/Actividad-antioxidante-de-la-flor-del-platano.pdf

José, Blanco. 2011. Origen del plátano (en línea). Nicaragua. Consultado 19 jun. 2023.

Disponible en <https://plusformacion.com/Recursos/r/Antecedentes-del-banano-yo-platano#anexosa>

José, Hernández; Anny, Caballero. 2021. Efecto de tratamiento térmico y uso de aditivos en las características físico-químicas y microbiológicas de plátano verde mínimamente procesado (en línea). Tesis. Ing. Agroin. Honduras. EAPZ. Consultado 19 jun. 2023. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2660891d-ffb3-4001-aab2-f3951eda7d79/content>

Luis, Mejía. 2013. Evaluación del comportamiento físico y químico poscosecha del plátano dominico Harton (*Musa aab simmonds*) cultivado en el municipio de Belalcazar (caldas)(en línea). Tesis. Ing. Agr. Colombia. UNAL. Consultado 20 jun. 2023. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11897/01107468.2013.pdf?sequence=1>

Macarena, Faruh. 2021. Como regular la maduración de las frutas (en línea). USA. Consultado 19 jun. 2023. Disponible en <https://extensionesp.umd.edu/2021/05/24/como-se-regula-la-maduracion-de-las-frutas/>

Mejía Gutiérrez, LF. 2013. Evaluación del comportamiento Físico y químico poscosecha del plátano dominico Harton (*musa aab simmonds*) cultivado en el municipio de Belalcazar (caldas) (en línea). Tesis. Msc. Colombia. UNAL. Consultado 24 sep. 2023. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11897/01107468.2013.pdf?sequence=1>

Minerva, Cano. 2006. Estudio químico de hongos *Colletotrichum musae* cultivado en medio del plátano (Variedad Valery) (en línea). Tesis. M.CA. México. UVZ. Consultado 18 jun. 2023.

Disponible en

<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46908/CanoPerezMinerva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morrelli, Kader. 2023. Recomendaciones para el plátano para mantener la calidad poscosecha (en línea). USA. Consultado 16 jun. 2023. Disponible en

https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_Spanish/?uid=50&ds=802

Navarro, B. 2012. Poscosecha y Buenas Prácticas de Producción orientadas a la Agricultura Familiar (en línea). Consultado 19 jun. 2023. Disponible en

<https://mfiles.iica.int/CTL/CPC/LEC/M2.pdf>

Órtola, Maria. S.f. Determinación de la Tasa de Respiración de Frutas (en línea). Valencia, España. Consultado 28 sep. 2023. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/145648/Ortol%C3%A1%20-%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20LA%20TASA%20RESPIRATORIA%20DE%20FRUTAS.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20define%20la%20tasa%20respiratoria,de%20fruta%20y%20por%20hora.>

P, Benítez. 2017. Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda Maria Antonieta (en línea). Tesis. Ing. Agr. Colombia. UTA. Consultado. 14 jun. 2023. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis%20023%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Benitez%20Pablo%20-%20cd%20023.pdf>

P, Rumaldo. 2016. Multiplicación in vitro de plátano musa paradisiaca (var. curare enano), a partir de ápices meristematicos, utilizando dos concentraciones de 6- benzilaminopurina y diferentes volúmenes de solución madre en medio líquido (en línea). Tesis. Lic. Biol. Santa Ana, El Salvador. UES. Consultado 14 jun. 2023. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13718/1/PLATANO%20TERMINADA.pdf>













Quiceno, M; Giraldo, Villa Ramírez; R. 2014. Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa Paradisiaca Sp. AA B, Simmonds) para la industrialización (en línea). Colombia. Consultado 25 sep. 2023. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/268087837.pdf>

Ramírez et al. 2011. Efecto de la inmersión en agua caliente sobre la secreción de látex por la corona de gajos recién conformados de frutos de banano (en línea). Costarica. Consultado 17 jun. 2023. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v35n1/a01v35n1.pdf>

Vázquez et al, 2019. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (Musa acuminata) en el Ecuador (en línea). Ecuador. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v10n4/1390-6542-enfoqueute-10-04-00057.pdf>

Vicente M. 2004. “Efecto de tratamientos térmicos de alta temperatura sobre calidad y fisiología postcosecha de frutillas (*Fragaria x ananassa Duch.*)” (en línea). Tesis. Doc. Buenos aires, Argentina. UNLP. Consultado 18 may. 2023. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2269/Documento_completo.%20-Efecto%20de%20tratamientos%20t%C3%A9rmicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos A-3. Clasificación y acondicionamiento del producto para el montaje.

PARÁMETROS

Anexos A- 4. Parametro peso



Anexos A-5. Parametro de color



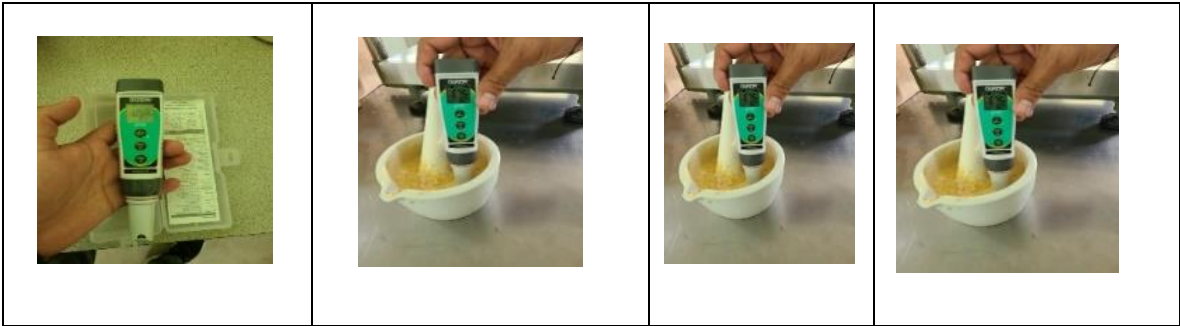
Anexos A-6. Parametro de tasa de respiración



Anexos A-7. Acidez titulable



Anexos A-8. Peache (ph)



Anexos A-9. Grados brix

