



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA
Y VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Evaluación del etileno y su influencia en el índice de madurez del banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americana* y papaya *Carica papaya*.

AUTORA:

Josselyn Enelix Moran Gonzales

TUTOR:

Lic. Daniel Arias Toro PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	III
INDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY.....	VII
CAPITULO I. – INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Contextualización de la situación problemática.....	9
1.2. Planteamiento del problema.....	10
1.3. Justificación.....	11
1.4. Objetivos de la investigación.....	11
1.4.1. Objetivo General.....	11
1.4.2. Objetivos específicos.....	11
1.5. Hipótesis.....	12
CAPITULO II.- MARCO TEORICO.....	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases teóricas.....	14
CAPITULO III. – METODOLOGIA.....	22
3.1. Localización.....	22
3.2. Tipo de investigación.....	22
3.2.1. Analítica.....	22
3.2.2. Bibliográfica.....	22
3.2.3. Investigación experimental.....	22
3.2.4. Descripción del proceso de la dosificación por inmersión del etileno en el índice de madures del banano <i>Musa aaa</i> , aguacate <i>Persea americana</i> y papaya	

<i>Carica papaya</i> en un proceso de inmersión.....	23
3.3. Población y muestra de investigación.....	26
3.3.1. Población.....	26
3.3.2. Muestra.....	26
3.4. Técnicas e Instrumentos de medición.....	27
3.4.1. Técnicas.	27
3.4.2. Instrumentos.....	27
CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Resultados y discusión	29
4.2. Discusión	37
CAPITULO V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6.1. Conclusiones	40
6.2. Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del Banano <i>Musa aaa</i>	14
Tabla 2 Taxonomía del Aguacate (<i>Persea Americana</i>)	16
Tabla 3 Taxonomía de la Papaya (<i>Carica papaya</i>)	16
Tabla 4 Detalles del factor AXB.....	23
Tabla 5 Descripción de los tratamientos.....	23
Tabla 6 Descripción operacionalización de variables	25
Tabla 7 Interacción de los tratamientos.....	26
Tabla 8 Insumos y Reactivo	27
Tabla 9 Datos PH Banano	29
Tabla 10 Datos de solidos solubles bananos	30
Tabla 11 Datos de acidez titulable banano.....	30
Tabla 12 Datos de PH Aguacate	31
Tabla 13 Datos de solidos solubles aguacates.....	32
Tabla 14 Datos de Acidez titulable Aguacate	32
Tabla 15 Datos de PH Papaya	34
Tabla 16 Datos de Solidos Solubles Papaya.....	35
Tabla 17 Datos de Acidez titulable Papaya	36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en la evaluación del etileno y su influencia en el índice de madurez del banano *Musa paradisiaca* aguacate, *Persea americana* y papaya *Carica papaya* en la universidad Técnica de Babahoyo, utilizando el etileno en diferentes dosificaciones. Dentro de la metodología usada se estableció de tipo cualitativa, con la cual se procedió a reconocer las cualidades propias de los frutos analizados, banano, aguacate y papaya, para por medio de un proceso sistemático lograr identificar la influencia del etileno en el proceso de maduración de los frutos analizados. Además de evaluar su pH, acidez y grados brix para garantizar la calidad de la fruta, Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial A*B. Los factores estudiados fueron: Factor A (son los valores por unidad de fruta que se van a utilizar y el factor B (es la cantidad de mililitros de etileno Etherl en la que se va a sumergir la fruta), correspondiendo a 9 tratamientos con 3 réplicas, generando 27 unidades experimentales. El estudio se analizó mediante tablas de Excel, utilizando el software estadístico SPSS, es así como se logra evidenciar incidencia durante el proceso de maduración tales como la influencia de rango pH, acidez, grados brix y índice de madurez.

Palabras claves: etileno, hormona, dosificaciones, maduración

SUMMARY

The present research work focuses on the evaluation of ethylene and its influence on the maturity index of banana *Musa paradisiaca*, avocado *Persea americana* and papaya *Carica papaya* at the Technical University of Babahoyo, using ethylene in different dosages. Within the methodology used, a qualitative type was established, with which the qualities of the analyzed fruits, banana, avocado and papaya, were recognized, in order to, through a systematic process, be able to identify the influence of ethylene in the ripening process. of the fruits analyzed. In addition to evaluating its pH, acidity and brix degrees to guarantee the quality of the fruit, a completely randomized block experimental design with an A*B factorial arrangement was used. The factors studied were: Factor A (the values per unit of fruit to be used and factor B (the amount of milliliters of ethylene Etherl in which the fruit will be immersed), corresponding to 9 treatments with 3 replicas, generating 27 experimental units. The study was analyzed through Excel tables, using the SPSS statistical software, this is how it is possible to demonstrate incidence during the maturation process such as the influence of pH range, acidity, brix degrees and maturity index .

Keywords: ethylene, hormone, dosages, maturation

CAPITULO I. – INTRODUCCIÓN

El etileno es una de las moléculas orgánicas biológicamente activas más simples: este hidrocarburo gaseoso insaturado se reconoce generalmente como la hormona responsable de la maduración de los frutos y también participa en diversos procesos en las plantas. Regulación de procesos metabólicos de las especies como senescencia, abscisión, crecimiento, enraizamiento y muchos otros aspectos del desarrollo (Balaguera-López et al., 2019).

La hormona etileno, es vital para el proceso de maduración de frutas, puede ser naturalmente generada por frutos climatéricos. Estos frutos, que maduran en respuesta al etileno, experimentan un aumento en la actividad respiratoria previa a la maduración, conocida como climaterio. Durante este período, se observa un pico en la producción de etileno justo antes del incremento en la actividad respiratoria (Gimtrac, 2020).

Los frutos climatéricos, que maduran en respuesta al etileno y experimentan un aumento en la respiración antes de su fase de maduración, son objeto de estudio en la fisiología vegetal. A diferencia de los frutos no climatéricos como cítricos, uvas, sandías, pimientos y cerezos, que no muestran cambios en la respiración ni en la producción de etileno antes de madurar, estos últimos deben ser cosechados maduros ya que no continúan madurando una vez separados de la planta (Luján, Rísso, Chindamo & Manfreda, 2021).

Hoy en día, se comprende que el etileno se genera en todos los tejidos vegetales como una reacción al estrés. Por ende, el daño físico en las frutas también puede acelerar su maduración, sirviendo en ciertos casos como un desencadenante de este proceso. Por lo tanto, la ventilación juega un papel crucial en la prevención de la fermentación y en la preservación de la integridad de la fruta. (Hernández & Bedoya, s. f.).

El proceso de maduración en frutas implica una serie de cambios que afectan su color, firmeza, sabor y aroma distintivos. Durante este proceso, el almidón se convierte en azúcares como la fructosa y la glucosa, los taninos que proporcionan un sabor amargo disminuyen, y el pH aumenta, lo que resulta en una reducción de la acidez. Estos cambios son impulsados por un aumento en la concentración de la fruta, acelerando así su maduración de manera significativa. (Gimtrac, 2020).

1.1. Contextualización de la situación problemática.

La investigación sobre el impacto del etileno en el proceso de maduración es vital, especialmente para cultivos clave como el banano, el aguacate y la papaya en el comercio internacional de frutas. Esta hormona gaseosa desencadena y regula la maduración de las frutas, con su producción aumentando notablemente durante este proceso. La evaluación del contenido de etileno en los aguacates resulta crucial para determinar el momento óptimo de cosecha y para gestionar eficazmente su almacenamiento y transporte, lo que puede mejorar la calidad y reducir las pérdidas después de la cosecha (FAO, 2020).

En el caso del banano, la influencia del etileno en su maduración es esencial. Controlar la producción y la exposición al etileno resulta crucial para mantener la calidad y prolongar la vida útil en la cadena de suministro. Evaluar el etileno en los bananos nos permite determinar el momento óptimo para cosechar, transportar y almacenar, garantizando su calidad y durabilidad. Del mismo modo, es fundamental regular la exposición al etileno en el aguacate para evitar su sobre maduración y la consiguiente pérdida de calidad (Castellanos et al., 2021).

La papaya, al ser una fruta climatérica, produce y responde al etileno. Es crucial evaluar el nivel de etileno en la papaya para determinar su madurez y garantizar una comercialización y manejo postcosecha eficientes. Controlar cuidadosamente la exposición al etileno puede extender la vida útil de la papaya y evitar pérdidas económicas. Internacionalmente, la evaluación del etileno y su impacto en el índice de madurez de bananos, aguacates y papayas es esencial para asegurar su calidad, durabilidad y éxito en el mercado, beneficiando a productores y exportadores al reducir las pérdidas y mejorar la rentabilidad (Umaña et al., 2021).

Ecuador destaca como un líder mundial en la producción y exportación de banano. Según, Leon (2023) para el período de enero a noviembre de 2022, el país envió alrededor de 234,42 millones de cajas de banano al mercado internacional, representando el 26,67% de las exportaciones globales y consolidándose como el principal destino de estos envíos. La producción de *Carica papaya* juega un papel importante en la economía y sociedad del Ecuador, destacándose por su valor de producción, generación de empleo y divisas generadas a través de las exportaciones. (Anchundia et al., 2021)

En 2022, las exportaciones mundiales de papaya aumentarán un 1% hasta alcanzar unas 375.000 toneladas (FAO 2020). Según el INEC, en Ecuador se dedican al cultivo de aguacate 7.195 hectáreas y se espera que esta cifra aumente a 10.000 hectáreas en un futuro próximo (Suárez, 2019).

En el contexto local, la evaluación del etileno y su efecto en el índice de madurez es de gran importancia dada la importancia del banano, aguacate y papaya en la economía nacional. Los bananos son una de las mayores exportaciones de Ecuador, mientras que los aguacates y las papayas también están experimentando una demanda creciente en los mercados locales e internacionales (Ajila et al., 2023)

Según Mercado (2020), mediante la tecnología de medición de etileno, se puede anticipar con precisión el momento ideal de maduración de los bananos, evitando pérdidas por cosechas prematuras o tardías. El papel del etileno en la maduración de los aguacates también es crucial; evaluar sus niveles ayuda a determinar el momento óptimo de cosecha para mantener su calidad y sabor. En el caso de la papaya, donde la maduración es rápida, la evaluación del etileno es esencial para identificar su punto óptimo, evitando la sobre maduración o la cosecha prematura (FAO, 2020).

1.2. Planteamiento del problema.

En la actualidad el etileno juega un papel crucial en el proceso de maduración de frutas como el banano, el aguacate y la papaya, aún existen vacíos en nuestro entendimiento acerca de cómo este compuesto afecta específicamente estas frutas y cómo podemos mejorar su gestión para elevar su calidad y prolongar su vida útil. Esta falta de conocimiento pleno limita nuestra capacidad para optimizar el manejo de estas frutas, lo que a su vez podría restringir su competitividad en el mercado y aumentar las pérdidas económicas para los productores.

Por lo tanto, resulta crucial abordar estas incertidumbres y desarrollar estrategias efectivas que permitan aprovechar al máximo el potencial del etileno en el proceso de maduración de estas frutas. En este contexto, el presente estudio se enfocó en la utilización de diferentes concentraciones de etileno con el objetivo de determinar su eficacia y evaluar su rendimiento en la maduración de las frutas, con la finalidad de ofrecer recomendaciones prácticas que contribuyan a mejorar el manejo y la calidad de los productos.

1.3. Justificación.

En el Ecuador actualmente, en las empresas se busca el grado de madurez óptimo de estas frutas de forma de que se logren las características mínimas adecuadas que deben tener antes de ser introducidas, como materia prima, al proceso de fabricación. Para evitar el desperdicio de fruta debido a una cosecha inadecuada o a no llegar a tiempo. Esto ayuda a reducir las pérdidas financieras para fabricantes, distribuidores y minoristas. La evaluación del etileno y su efecto sobre la madurez de banano, aguacate y papaya es esencial para asegurar la calidad de la fruta, optimizar su vida útil, prevenir daños durante el transporte, almacenamiento y reducir las pérdidas económicas

Esta investigación se estudia el comportamiento del índice de madures del banano, aguacate y papaya, ante diferentes concentraciones de etileno utilizando el proceso de inmersión, lo que brinda una oportunidad para mejorar el proceso de maduración, lo que puede tener un impacto significativo en la calidad y comercialización de los productos.

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de la dosificación por inmersión del etileno en el índice de madures del banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya *Carica papaya* en un proceso de inmersión.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Analizar el índice de madurez de banano, aguacate y papaya en diferentes concentraciones de etileno en el proceso de inmersión.
- Evaluar la relación entre la concentración de etileno y la velocidad de maduración en cada una de las frutas.
- Determinar la dosificación óptima de etileno para el proceso de inmersión de la fruta.

1.5. Hipótesis.

Ho = La dosificación por inmersión del etileno no tiene efecto en la madurez del banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya *Carica papaya*

Ha = La dosificación por inmersión del etileno si tiene efecto en la madurez del banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya *Carica papaya*

CAPITULO II.- MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes.

Los estudios realizados por (Cachay, 2020), presentó un trabajo de investigación sobre el tema "Control de madurez y color del banano", el cual tomó como medida para caracterizar el índice y posición de rendimiento. -recoger bananos; determina el método para medir la tasa de respiración y la producción de etileno durante la maduración controlada de los bananos; describir los cambios de color de los bananos durante la maduración.

Para ello, realicé un estudio descriptivo que dio como resultado una precisión de más del 94% para 140 bananos en siete etapas de maduración. Sin embargo, las características seleccionadas usando BFS combinadas con características de imágenes de manchas marrones pudieron predecir el estado de madurez del banano con mayor precisión (98%). La inclusión de características de color marrón en los bananos mejora la resolución de la clasificación, especialmente entre los pasos 4 y 5, que mostraron el mayor error de predicción entre todos los grupos evaluados. (Cachay, 2020).

En 2019, los investigadores Mercado Ruiz, Toledo Ortiz, García Robles, y Baez Sañudo publicaron un artículo científico titulado "Efectos del etileno aplicado exógenamente sobre el metabolismo de la pulpa y la cáscara del banano". Este efecto fue evaluado. Piel y pulpa de bananos comercialmente maduros. Los resultados se compararon con frutos de control que no recibieron incubación con etileno. Las variables analizadas incluyeron tasa de respiración, producción de etileno, alfa y beta caroteno y carbohidratos en la cáscara y pulpa de banano.

Después de 24 h, los frutos tratados mantuvieron su tasa de respiración (12,89 mL CO₂/kg.h) y el etileno endógeno aumentó 3 veces (2,51 µL/kg.h). No afecta el contenido de alfa y beta caroteno en la piel y la pulpa. Mientras que la glucosa en la cáscara disminuyó un 31%, la fructosa un 37% y la sacarosa un 44,7%, no hubo cambios significativos en la pulpa. Estos hallazgos pueden ayudar a comprender mejor los efectos del estrés por etileno en las frutas, como los bananos, que a menudo se agrupan con otras fuentes de este gas (Mercado, Tortoledo, Garcia , & Baez, 2019).

2.2. Bases teóricas.

Taxonomía del banano *Musa aaa*. -

El banano, de nombre científico *Musa paradisiaca*, es una planta que pertenece al reino vegetal y se describe como una planta con flores que da frutos. En el refugio de magnolia, los bananos pertenecen a la clase Liliium, que incluye las monocotiledóneas. El orden Zingiberales incluye plantas tropicales y herbáceas, incluidos los bananos. Musaceae es el nombre general del género *Musa*, al que pertenecen los bananos. Esta familia incluye plantas con rizomas subterráneos y grandes hojas alternas (Martinez & Rey, 2021).

El género *Musa* incluye varias plantas con flores que dan frutos en racimos, siendo una de las especies más conocidas los bananos. *Musa paradisiaca* se refiere específicamente al banano, una planta originaria del sudeste asiático que se ha cultivado y consumido en todo el mundo durante miles de años. El banano *Musa aaa* pertenece al reino vegetal, Magnoliaceae, Liliales, Zingiberales, familia *Musa*, *Musa* y *Musa*. Esta clasificación taxonómica refleja sus características botánicas y su relación con otras plantas del reino vegetal (Martinez & Rey, 2021). Ver Tabla 1.

Tabla 1 Taxonomía del Banano *Musa aaa*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa paradisiaca</i>

Importancia del Banano *Musa Paradisiaca*. –

La clasificación del banano (científicamente conocido como *Musa paradisiaca*) tiene importancia tanto científica como económica. La taxonomía del banano es fundamental para identificar y clasificar las diferentes especies y variedades de este fruto, lo que ayuda en su adecuado manejo, investigación científica y mejoramiento genético. Además, la correcta identificación y clasificación de las variedades de banano es fundamental para el comercio internacional de esta fruta (Caiza, 2021).

La diversidad de cultivares de *Musa paradisiaca*, con aproximadamente 1.000 variedades de banano, abarca tanto los destinados al consumo directo como a la industria. En Ecuador, la producción bananera no solo es vital para la economía y la seguridad alimentaria, generando empleo y contribuyendo al PIB, sino que también otorga al país una destacada reputación internacional como uno de los principales exportadores de este fruto. Mantener el respaldo a esta industria es esencial para garantizar su continuidad y sostenibilidad a largo plazo (Mercado J. , 2019).

Taxonomía del Aguacate (*Persea Americana*).

La clasificación del aguacate *Persea americana* es muy importante en biología y botánica, ya que permite clasificar y ordenar sistemáticamente esta planta, facilitando así su estudio y comprensión. La taxonomía es la ciencia de clasificar los seres vivos en función de sus características y atributos comunes. Nos ayuda a comprender la diversidad de especies que se encuentran en la naturaleza. En cuanto al aguacate, su taxonomía permite identificar y diferenciar diferentes cultivares y subespecies de esta planta de importancia agrícola y hortícola (Vivero, Valenzuela, & Valenzuela, 2019).

Entender la clasificación taxonómica del aguacate es fundamental para elegir las variedades más apropiadas para su cultivo en diversas zonas, considerando aspectos como su desarrollo, resistencia a enfermedades, productividad, sabor y tamaño de la fruta. Además, esta taxonomía proporciona información sobre la evolución y diversidad del aguacate a lo largo del tiempo, así como su relación con otras especies de plantas en la familia Lauraceae, lo que contribuye a comprender su biología, ecología y su papel en los ecosistemas naturales (Mejia, 2020).

La clasificación del aguacate es fundamental en términos económicos al permitir la identificación y certificación de las variedades de mayor calidad y rendimiento, cruciales para el éxito global de su industria. Además, esta taxonomía juega un papel esencial en la preservación de la diversidad genética del aguacate, necesaria para su adaptación futura al cambio climático y su resistencia a enfermedades. En diversos campos como la biología, agricultura, horticultura y economía, la clasificación del aguacate proporciona información crucial para su gestión, conservación y comercialización, siendo un recurso esencial para maximizar su potencial en beneficio de la humanidad. (Mejia, 2020). Ver Tabla 2

Tabla 2 Taxonomía del Aguacate (*Persea Americana*)

TAXONOMÍA DEL AGUACATE (PERSEA AMERICANA)	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lurales
Familia	Lauraceae
Género	Persea
Especie	Persea americana

Taxonomía de la Papaya (*Carica papaya*).

La taxonomía de *Carica papaya* es la clasificación científica de esta planta perteneciente al reino vegetal Magnoliophyta, clase Magnoliales, orden Caricaceae, género *Carica* y especies del género *Carica*. La papaya es una planta perenne que pertenece a la familia de las papayas y puede alcanzar una altura de 7-8 metros. La papaya es originaria de México y América Central, pero también se cultiva en muchas otras partes del mundo, como Florida, Hawái, las Islas Canarias, India, Filipinas, China, África occidental y Australia. El medicamento se obtiene del jugo de frutos y hojas verdes, que se recolectan antes de que aparezcan los frutos.

La pulpa de la papaya es anaranjada o rojiza, dulce, jugosa y tiene un sabor aromático único. Dentro del fruto hay muchas semillas negras, redondas y comestibles (Vargas & Diaz, 2021).

La papaya es una planta con muchas propiedades medicinales ya que contiene enzimas digestivas como la papaína que ayudan a digerir las proteínas, las vitaminas A, C y E y minerales como el potasio. Además, se ha demostrado que la papaya tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antibacterianas. Ver tabla 3

Tabla 3 Taxonomía de la Papaya (*Carica papaya*)

TAXONOMÍA DE LA PAPAYA <i>Carica papaya</i>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida

Orden	Brassicales
Familia	Caricaceae
Género	Carica
Especie	Carica papaya

Importancia de la Taxonomía de la Papaya.

El centro de origen del árbol de papaya (*Carica papaya* L.) no se ha determinado con precisión, pero esta cuestión ha sido debatida durante muchos años. Algunos autores mencionan que la especie es originaria del sur de México, mientras que otros la atribuyen a las tierras bajas del este de Centroamérica y las Antillas. Sin embargo, Badillo (1971) sugirió que el centro de origen probablemente se encontraba en el noroeste de Sudamérica, al igual que otras especies del mismo género (Miranda, Garcia, & Miranda, 2020).

La mayoría de las especies del género *Carica* se concentran en las vertientes orientales de los Andes, con la mayor diversidad genética en la cuenca alta del Amazonas, por lo que la papaya generalmente tiene características tropicales. Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, los árboles de papaya fueron ampliamente distribuidos en zonas tropicales, principalmente en África y Asia, primero por marineros portugueses y españoles y luego por comerciantes árabes (HOEHNE, 1937, citado en MEDINA, 1995). Actualmente, la papaya es una especie muy común en zonas con suelo y clima favorables, su rango de distribución puede ser desde los 32 grados de latitud norte hasta los 32 grados de latitud sur, pero las áreas comerciales están muy extendidas en latitudes más limitadas (Hernández-Salinas, 2019).

El Etileno.

El etileno es un gas muy seguro. Durante décadas se utilizó como anestésico en una concentración del 70-80%. Actualmente ha sido reemplazado por los anestésicos modernos, principalmente por su alta explosividad en concentraciones tan altas, más que por razones toxicológicas. Los plátanos se maduran con gas etileno y en la mayoría de las tiendas Apple la concentración de etileno es de 50 a 100 veces mayor que la utilizada en el proceso de maduración. El gas etileno natural mantenido durante el almacenamiento inhibe el alargamiento de las células: lo que llamamos control anti-brotación (Sanchez, 2021).

Los estudios muestran que el etileno juega un papel crucial en la activación de las respuestas de defensa de las plantas, aumentando la producción de proteínas protectoras y acumulando fitoalexinas. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el desarrollo de estrategias de control de enfermedades de los cultivos (Jimenez, 2020).

Según el rendimiento del fruto en la última etapa de la vida, los frutos se pueden dividir a grandes rasgos en tipos climatéricos y no climatéricos. Después de la cosecha, los frutos menopáusicos continúan produciendo grandes cantidades de etileno, que favorece y acelera la respiración celular, provocando así la maduración. En esta fase, el almidón se convierte gradualmente en azúcar, la clorofila se convierte gradualmente en antocianinas (que dan el color a la fruta), la pectina disminuye y el sabor y el aroma aumentan (Avellan, Calvache, & Cabeña, 2015).

Función del etileno en la maduración del banano.

El etileno es una hormona vegetal que juega un papel crucial en la maduración de los bananos. Esta hormona es producida naturalmente por la fruta y su producción aumenta a medida que el banano se acerca a la madurez. El etileno actúa como una señal química que desencadena una serie de cambios fisiológicos y bioquímicos en el fruto que conducen a su maduración (Cachay, 2020).

El primer paso en el proceso de maduración del banano es la producción de etileno. Cuando los bananos están a punto de madurar, las enzimas de la fruta convierten un aminoácido llamado metionina en etileno. Este etileno es liberado por la fruta y sirve como señal a otras partes de la fruta y a otras frutas cercanas de que es hora de madurar. Cuando se produce y libera etileno, comienza a provocar una serie de cambios en el fruto. Estos cambios incluyen la producción de enzimas que descomponen los carbohidratos y las proteínas de la fruta, haciendo que la fruta madura sea suave y dulce. El etileno también actúa como regulador del metabolismo de la fruta, acelera la respiración y la termogénesis (Leon, 2023).

El proceso de maduración del banano es influenciado por el etileno, el cual estimula la producción de pigmentos amarillos y reduce la síntesis de clorofila, cambiando su color verde a amarillo característico. Además de su función natural en la maduración de los bananos, el etileno se emplea en la industria para controlar el proceso de maduración de la fruta, ya sea para acelerarlo o retrasarlo. Esta hormona

vegetal desempeña un papel crucial en la transformación fisiológica y bioquímica de los bananos, resultando en su textura suave, dulzor y color distintivo (Mercado J. , 2019).

Función del etileno en la maduración del aguacate.

El etileno juega un papel esencial en el proceso de maduración de diversas frutas, incluyendo los aguacates, los cuales son frutas climatéricas, lo que significa que su maduración está regulada por esta hormona. Esta revisión exhaustiva se centra en analizar el papel del etileno en la maduración del aguacate, explorando su producción y su impacto a nivel fisiológico y bioquímico en la fruta. El etileno se forma de manera natural a partir del aminoácido metionina en los tejidos vegetales, incluyendo los aguacates, y su concentración aumenta a medida que el aguacate madura, desencadenando una serie de cambios tanto fisiológicos como bioquímicos en el fruto (Jimenez, 2020).

Uno de los primeros efectos del etileno en los aguacates es la ruptura de la clorofila, lo que causa un cambio de color de verde a marrón durante su maduración. La medición del aumento en la respiración puede señalar el nivel de maduración de un aguacate, ya que su tasa de respiración disminuye a medida que madura. Asimismo, el etileno influye en la síntesis de varias enzimas en el aguacate, implicadas en la descomposición de las paredes celulares, carbohidratos, lípidos y proteínas, lo que causa la pérdida de firmeza y la adquisición de una textura más suave y cremosa en la fruta madura. (Velasco, 2020).

Además, el etileno regula la síntesis de compuestos volátiles del aguacate, responsables del aroma característico del fruto maduro. Vale la pena señalar que el etileno también puede acelerar la maduración del aguacate en presencia de otros factores como la temperatura y la concentración de oxígeno. El almacenamiento a temperaturas más altas y concentraciones de oxígeno más altas aumenta la producción de etileno y acelera la maduración del aguacate (Porta, 2020).

El etileno juega un papel fundamental en el proceso de maduración del aguacate, provocando varios cambios fisiológicos y bioquímicos en la fruta. Estos incluyen la degradación de la clorofila, la estimulación de la respiración, la degradación de las paredes celulares y la síntesis de compuestos volátiles. Comprender este proceso es fundamental para gestionar adecuadamente la maduración del aguacate en la producción, almacenamiento y comercialización (Porta, 2020).

Función del etileno en la maduración de la papaya.

La papaya es una fruta tropical muy utilizada en la nutrición humana debido a su sabor dulce y alto contenido nutricional. El etileno se libera durante la maduración de los frutos y tiene varios efectos fisiológicos sobre ellos. Primero, el etileno estimula la respiración de la fruta, lo que resulta en una mayor tasa de maduración. Esto significa que se acelera la producción de enzimas que descomponen el azúcar, el almidón y otros compuestos de la fruta, lo que resulta en un aumento del contenido de azúcar (Suárez, 2019).

Además, el etileno estimula la producción de pigmentos como los carotenoides, que dan a las papayas su característico color amarillo o naranja. También actúa sobre las enzimas que descomponen la celulosa de las paredes celulares y así suaviza la textura de la fruta. El etileno también es responsable del aroma y sabor de la papaya madura. (Suárez, 2019).

Relación entre la concentración de etileno y la tasa de maduración en diversas frutas.

El etileno es la hormona responsable de la maduración de la fruta. Actúa como una hormona producida por las células y está presente en toda la estructura del feto desde la piel hasta el interior. Conoce 3 reacciones que ocurren durante la maduración de la fruta:

1. Oxidación de lípidos: Esta reacción es provocada por el etileno y destruye las fibras del fruto, volviéndolo blando;
2. Rompiendo los enlaces de almidón: El dulzor del fruto maduro aparece en esta etapa: durante la ruptura de los enlaces de almidón en su composición;
3. Descomposición de las moléculas de clorofila: El etileno también se encarga de descomponer las moléculas de clorofila presentes en la piel de la fruta, dándole su color verde. Tras esta reacción, el color cambia a rojizo o amarillento según el fruto (Zapata & Paladines, 2022).

La maduración del fruto es una etapa de desarrollo compleja que involucra muchos cambios bioquímicos en el metabolismo celular. El etileno juega un papel importante en los cambios fisiológicos y bioquímicos que ocurren durante este proceso. Se cree que esta fitohormona gaseosa induce la menopausia respiratoria asociada con un aumento de la actividad respiratoria y una liberación máxima de etileno durante la etapa de maduración (Cachay, 2020).

La papaya es una fruta y la etapa climatéricas de esta fruta coincide con la etapa de maduración cuando la fruta tiene mejores características de calidad alimentaria. Algunos estudios han reportado la participación de ciertos elementos de los sistemas de transporte de etileno y de la membrana plasmática durante la maduración del fruto, pero se sabe poco sobre este mecanismo y su función. Azevedo et al. (2008) reportaron el efecto del etileno sobre otros componentes del metabolismo celular, el cual se convierte en un regulador de los sistemas de transporte de membrana involucrados en el intercambio de iones y metabolitos que ocurre durante la maduración.

El etileno es esencial para la adecuada maduración postcosecha de muchas frutas, especialmente del plátano. No maduran adecuadamente si no se exponen al etileno externo, lo que hace que el fruto produzca etileno interno. "Combinado con la temperatura adecuada, la humedad relativa y la ventilación con dióxido de carbono, se obtienen plátanos brillantes, atractivos y de color uniforme". Otras frutas como mangos, aguacates, tomates y papayas pierden su eficacia cuando se exponen a fuentes externas de etileno se producirá una reacción similar.

CAPITULO III. – METODOLOGIA

3.1. Localización.

El presente trabajo investigativo ha sido realizado en la ciudad de Vinces, una zona conocida por su alta participación en el mercado productivo del banano, aguacate y papaya, lo cual facilita su estudio, pues se cuenta con la materia prima necesaria en las plantaciones que permita realizar un trabajo optimo, y cuyos resultados sirvan para mostrar datos reales que permitan comprender la incidencia del etileno en la maduración de las frutas objeto de estudio.

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Analítica.

La cual ha permitido realizar una investigación profunda con análisis de los resultados obtenidos, contrastando así los datos, lo cual permite conocer la relación existente entre el etileno y la función de el en los frutos estudiados, logrando con ello la presentación de resultados adecuados que le permitan a los lectores comprender con claridad el tema objeto de estudio.

3.2.2. Bibliográfica.

Nos permitió la revisión de diversas revistas científicas con artículos elaborados por expertos en el tema, lo cual permitió recolectar la información necesaria para la mejor comprensión del tema de estudio, a la vez que se logró contrastar dicha información con el trabajo de campo, teniendo una relación directa entre la teoría y la practica logrando con ello mejores resultados.

3.2.3. Investigación experimental.

Esta investigación fue replicada de unos estudiantes de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, donde vamos a comparar el efecto de etileno en las frutas banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya (*Carica papaya*). Para realizar la investigación, se empleará la metodología del diseño experimental de factor **de A x B**. Este diseño consiste en combinar todos los niveles posibles de dos factores que se quieren estudiar. En este caso, el factor A son los valores por unidad de fruta que se van a utilizar y el factor B es la cantidad de mililitros de etileno Etherl en la que se va a sumergir la fruta en 3 litros de agua por 5 minutos y luego se colocaran en una bolsa y se sellaran. También se tendrá un testigo donde la fruta estará sin bolsa, al aire libre sin moverse hasta que dure el tiempo de prueba. De esta forma, se podrá evaluar el efecto

de ambos factores y su interacción sobre la variable respuesta, posteriormente se realizará un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto del etileno, la fruta y la interacción entre ambos factores. Ver tabla 4 – 5

Tabla 4 Detalles del factor AXB.

Factores	Valores
Factor A	A ₁ : 1 unidad de banano
	A ₂ : 1 unidad de aguacate
	A ₃ : 1 unidad de papaya
Factor B	B ₁ : 12 mililitros de etileno Etherl
	B ₂ : 20 mililitros de etileno Etherl
	B ₃ : Sin aplicación de etileno (Testigo)

Tabla 5 Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
1	A ₁ B ₁	1 unidad de banano + 12 mililitros de etileno Etherl
2	A ₁ B ₂	1 unidad de banano + 20 mililitros de etileno Etherl
3	A ₁ B ₃	1 unidad de banano + Sin aplicación de etileno (Testigo)
4	A ₂ B ₁	1 unidad de aguacate + 12 mililitros de etileno Etherl
5	A ₂ B ₂	1 unidad de aguacate + 20 mililitros de etileno Etherl
6	A ₂ B ₃	1 unidad de aguacate + Sin aplicación de etileno (Testigo)
7	A ₃ B ₁	1 unidad de papaya + 12 mililitros de etileno Etherl
8	A ₃ B ₂	1 unidad de papaya + 20 mililitros de etileno Etherl
9	A ₃ B ₃	1 unidad de papaya + Sin aplicación de etileno (Testigo)

3.2.4. Descripción del proceso de la dosificación por inmersión del etileno en el índice de madures del banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya *Carica papaya* en un proceso de inmersión

- **Recolección de las frutas:** banano *Musa aaa*, aguacate *Persea americanay* papaya *Carica papaya* que se obtuvo en la ciudad de Vinces,

Provincia de Los Ríos.

- **Lavado y desinfección:** de las frutas donde fueron previamente pasaron un proceso de enjuague.
- **Selección:** Se eligieron las frutas más verdes que no tengan golpes y libre de daños de microorganismo.
- **Dosificación:** En una tina previamente llena con 3 litros de agua, se le agrego la dosificación de etileno requerida que nos indicaba cada tratamiento luego se introducía la fruta por 5 min sumergida pasado ese tiempo se la sacaba y se la guardaban las frutas en una bolsa de plástica de polietileno y el tratamiento testigo quedaba al ambiente los tratamientos no se pueden tocar durante los días que dure la prueba.

Operacionalización de variables.

En la tabla 6 se menciona la operacionalización de variables del trabajo experimental.

Tabla 6 Descripción operacionalización de variables

Tipos de variable		Definición	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumento de medición	Técnica de medición
Independiente	Dosificación por etileno en diferentes concentraciones	Efecto del etileno en diferentes concentraciones en las frutas banano <i>Musa aaa</i> , aguacate <i>Persea americanay</i> papaya <i>Carica papaya</i> .	Dosificación de aplicación de etileno para cada uno de los tratamientos	Medición de la cantidad de etileno en 12 ml y 20 ml	Cuantitativo	Jeringa	Mediciones directas
Dependiente	Caracterización físico - química	Propiedades físico - química de las frutas	pH	El rango pH, Acidez Titulable y Grados Brix varía dependiendo la fruta	Cuantitativo	Potenciómetro	INEN-ISO 1842:2013,
			Acidez Titulable			NAOH (0.1N) fenolftaleína	INEN 381
			Grados Brix			Refractómetro	INEN 380

Elaborado por: Morán, J (2024)

3.3. Población y muestra de investigación.

3.3.1. Población.

La población establecida en este trabajo experimental será la cantidad de etileno adicionada en nuestro trabajo experimental.

3.3.2. Muestra.

Se aplicará parte de un diseño factorial completo en el cual se conforma por 9 tratamientos que proceden de la conformación de los factores a evaluar, las réplicas para esta investigación se describen en la siguiente tabla, en donde cada uno de los tratamientos tienen 3 repeticiones

Tabla 7 Interacción de los tratamientos.

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
1	A ₁ B ₁	1 unidad de banano + 12 mililitros de etileno Etherl
2	A ₁ B ₂	1 unidad de banano + 20 mililitros de etileno Etherl
3	A ₁ B ₃	1 unidad de banano + Sin aplicación de etileno (Testigo)
4	A ₂ B ₁	1 unidad de aguacate + 12 mililitros de etileno Etherl
5	A ₂ B ₂	1 unidad de aguacate + 20 mililitros de etileno Etherl
6	A ₂ B ₃	1 unidad de aguacate + Sin aplicación de etileno (Testigo)
7	A ₃ B ₁	1 unidad de papaya + 12 mililitros de etileno Etherl
8	A ₃ B ₂	1 unidad de papaya + 20 mililitros de etileno Etherl
9	A ₃ B ₃	1 unidad de papaya + Sin aplicación de etileno (Testigo)

Elaborado por: Morán, J (2024)

3.4. Técnicas e Instrumentos de medición.

3.4.1. Técnicas.

Caracterización físico – química:

Determinación de pH. -

Para la determinación del pH se utilizará la normativa ecuatoriana INEN-ISO 1842:2013, donde se utilizará un potenciómetro con electrodo de vidrio.

Determinación de Grados Brix. -

Para la determinación de los grados brix se utilizará la normativa ecuatoriana INEN 380, donde se utilizará un refractómetro.

Determinación de Acidez Titulable. -

Para medir la acidez titulable se tomará como referencia la normativa ecuatoriana INEN 381, esta medición se realizará con un potenciómetro mediante una titulación de hidróxido de sodio al 0,1N y como indicador Fenolftaleína.

Índice de madurez. -

Para medir el índice de madurez de una fruta se utilizará la siguiente formula:
Determinación del índice de madurez. Se obtiene de la relación entre el valor mínimo de los sólidos solubles totales (° brix) y el valor máximo de la acidez titulable, Se expresa como ° brix/ % ácido cítrico.

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{SSS}(^\circ\text{Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

Utilizando como referencia la normativa ecuatoriana INEN 1 909:2009

3.4.2. Instrumentos.

En la tabla 8 se menciona todos los insumos y reactivos que se utilizaron durante el trabajo experimental.

Tabla 8 Insumos y Reactivo

Insumos	Reactivos
Banano	Hidróxido sodio (0.1 N)
Aguacate	Fenolftaleína
Papaya	Agua Destilada
Potenciómetro	

Vaso precipitado	
Bureta	
Balanza	
Matraz Aforado	
Espátulas	
Refractómetro	
Tina	
Jeringa de 20 ml	
Probeta	
Agua	

Elaborado por: Morán, J (2024)

**CAPITULO IV.-
DISCUSIÓN**

4.1. Resultados y

Tabla 9 Datos PH Bar

muestran una variable de

cayo dentro del rango aceptable para el consumo humano. Los valores se oscilan entre 4.8 y 5.8. El T1, T2 y el Testigo presentan valores de aceptabilidad.

Estadísticos		
T1		
N	Válido	3
	Perdidos	7
Media		21,6667
Mediana		22,0000
Desv. estándar		,57735
Rango		1,00
Mínimo		21,00
Máximo		22,00

RESULTADOS Y

discusión

Los tratamientos

Frecuencias

Estadísticos

		T1	T2	Testigo
N	Válido	3	3	3
	Perdidos	7	7	7
Moda		5,20	4,80	4,70
Rango		,10	,00	,00
Mínimo		5,10	4,80	4,70
Máximo		5,20	4,80	4,70

Ver tabla

9

Tabla de frecuencia

T1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,10	1	10,0	33,3	33,3
	5,20	2	20,0	66,7	100,0
	Total	3	30,0	100,0	
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

T2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4,80	3	30,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

Testigo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4,70	3	30,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

Tabla 10 Datos de solidos solubles bananos

Se encontró diferencia significativa en los tratamientos los valores de solidos solubles, uno de ellos cayo dentro del rango aceptable para el consumo humano. El valor oscila entre 22% en aceptabilidad donde entran en ese rango el T1, mientras que T2 y el testigo presentando los valores de solidos solubles más bajo (19% y 21%). Ver tabla 10

Tabla 11 Datos de acidez titulable banano

Los tratamientos muestran una variable de valores de acidez ya cada uno de ellos se encuentra en el rango establecido (0.34 y 0.73). Ver Tabla 11

El índice de madures del banano siguiendo la fórmula de la normativa es de

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{SSS}(\text{°Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

Estadísticos

		T1	T2	Testigo
N	Válido	3	3	3
	Perdidos	7	7	7

Tabla de frecuencia

T1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,46	3	30,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

T2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,47	3	30,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

Testigo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,48	3	30,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	70,0		
Total		10	100,0		

$$\text{Índice de madurez} = \frac{22}{0.46}$$

$$\text{Índice de madurez} = 47.82$$

Aguacate. –

Tabla 12 Datos de PH Aguacate

Los tratamientos muestran una variable de valores de pH, uno de ellos cayo dentro del rango aceptable. Los valores se oscilan entre 6.2 y 6.5. Donde el T2 cumple con el rango establecido, presentando los valores del T1 y Testigo los valores más bajo en pH. Ver Tabla 12

		T1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,50	1	12,5	33,3	33,3
	5,60	2	25,0	66,7	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

		T2			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	6,20	2	25,0	66,7	66,7
	6,30	1	12,5	33,3	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

		Testigo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,00	1	12,5	33,3	33,3
	6,00	2	25,0	66,7	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

		Correlaciones		
		T1	T2	Testigo
T1	Correlación de Pearson	1	-1,000**	-,500
	Sig. (bilateral)		<,001	,667
	N	3	3	3
T2	Correlación de Pearson	-1,000**	1	,500
	Sig. (bilateral)	<,001		,667
	N	3	3	3
Testigo	Correlación de Pearson	-,500	,500	1
	Sig. (bilateral)	,667	,667	
	N	3	3	3

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 13 Datos de solidos solubles aguacates

Los sólidos solubles de T2 llego a el rango ya que se acerca a los grados brix establecidos que es 11% mientas que se encontró diferencia significativa en los tratamientos los valores de los tratamientos T1 y T3.

		T1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,00	3	37,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

		T2			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	10,00	1	12,5	33,3	33,3
	11,00	2	25,0	66,7	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

		Testigo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	12,00	2	25,0	66,7	66,7
	13,00	1	12,5	33,3	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

Tabla 14 Datos de Acidez titulable Aguacate

Los tratamientos muestran una variable de valores acidez titulable, uno de ellos cayo dentro del rango aceptable que es el tratamiento del T2. Ver tabla 14

Estadísticos

Testigo

N	Válido	1
	Perdidos	7
Media		,5100
Mediana		,5100
Rango		,00
Mínimo		,51
Máximo		,51

T1					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,16	1	12,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	87,5		
Total		8	100,0		

T2					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,25	1	12,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	87,5		
Total		8	100,0		

Testigo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,51	1	12,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	7	87,5		
Total		8	100,0		

El índice de madures del aguacate siguiendo la fórmula de la normativa es de

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{SSS}(\text{°Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

$$\text{Índice de madurez} = \frac{11}{0.25}$$

$$\text{Índice de madurez} = 44$$

Papaya. -

Tabla 15 Datos de PH Papaya

Los tratamientos muestran una variable de valores de pH, donde el valor bajo es de 5,5 y alto 8.0. Los resultados obtenidos en los análisis T1 entra dentro el rango, T2 y Testigo no entran en el rango establecido. Ver Tabla 15

T1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,10	2	25,0	66,7	66,7
	5,20	1	12,5	33,3	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

T2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	4,70	1	12,5	33,3	33,3
	4,80	1	12,5	33,3	66,7
	4,90	1	12,5	33,3	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

Testigo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,00	3	37,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

Correlaciones

		T1	T2	Testigo
T1	Correlación de Pearson	1	,866	. ^a
	Sig. (bilateral)		,333	.
	N	3	3	3
T2	Correlación de Pearson	,866	1	. ^a
	Sig. (bilateral)	,333		.
	N	3	3	3
Testigo	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.
	N	3	3	3

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Tabla 16 Datos de Solidos Solubles Papaya

Se encontró diferencia significativa en los tratamientos los valores de solidos solubles, Donde ninguno de los T1, T2 y Testigo se acerca a los grados brix establecidos que es 9% a 10.5%. Ver tabla 16

T1					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3,00	3	37,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

T2					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	7,00	3	37,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

Testigo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	5,00	3	37,5	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

Tabla 17 Datos de Acidez titulable Papaya

Correspondiente a los resultados obtenidos del análisis de acidez se determina que existe un tratamiento donde los valores se oscilan entre (0.12 y 0.15), donde el T1 con (0.12) está en el rango establecido, T2 y Testigo prestándose como los valores más alto en acidez (0.17 y 0.24).

		T1			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,12	2	25,0	66,7	66,7
	,13	1	12,5	33,3	100,0
	Total	3	37,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	62,5		
Total		8	100,0		

T2					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido		,24	2	25,0	66,7
		,25	1	12,5	33,3
	Total		3	37,5	100,0
Perdidos	Sistema		5	62,5	
Total			8	100,0	

Testigo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido		,16	1	12,5	33,3
		,17	2	25,0	66,7
	Total		3	37,5	100,0
Perdidos	Sistema		5	62,5	
Total			8	100,0	

Correlaciones					
		T1	T2	Testigo	
T1	Correlación de Pearson	1	-,500	,500	
	Sig. (bilateral)		,667	,667	
	N	3	3	3	
T2	Correlación de Pearson	-,500	1	-1,000**	
	Sig. (bilateral)	,667		<,001	
	N	3	3	3	
Testigo	Correlación de Pearson	,500	-1,000**	1	
	Sig. (bilateral)	,667	<,001		
	N	3	3	3	

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El índice de madurez del aguacate siguiendo la fórmula de la normativa es de

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{SSS}(^\circ\text{Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

$$\text{Índice de madurez} = \frac{7}{0.12}$$

$$\text{Índice de madurez} = 58.33$$

4.2. Discusión

En esta presente investigación, se pudo corroborar que el etileno si acelera el proceso de maduración en el Banano, aguacate y papaya. Ayudando a el índice de madurez y las características que deben tener las frutas.

Para (García et al., 2019), maduraron bananos, aguacate y papayas con 50 ml de Ethrel y este alcanzaron una madures predominante en 2 días con un pH, acidez óptima. Los sólidos solubles aumentaron significativamente con el tiempo, de 3,81%, hasta 13,82% en promedio el día 2 con grado de color 4, es decir, predominante amarillo. Esto se debe a que hay muchos factores que intervienen en el contenido de azúcar de la fruta como la variedad, el tamaño.

Mientras que (Gavin et al., s. f.) entre las diversas tecnologías para controlar el etileno, sobresale el uso del 1-MCP. En dosis pequeñas, este compuesto retrasa notablemente el proceso de maduración tanto a temperatura ambiente como en refrigeración, reduciendo las pérdidas de peso en frutas sin necesidad de enfriamiento. Sin embargo, en frutas refrigeradas puede causar pérdida de firmeza y peso. En condiciones de almacenamiento, el 1-MCP retrasa el ablandamiento de la pulpa, sin afectar la apariencia física, previene enfermedades fúngicas y prolonga la vida útil en el estante.

Finalmente, Quintero et al., (2013), manifiestan que los sólidos solubles son quizás uno de los parámetros fisicoquímicos de mayor interés en los procesos de maduración, ya que gracias a la hidrólisis de los almidones ocurrida con ayuda de las amilasas propias del fruto, se comienza a liberar una gran cantidad de moléculas de glucosa que hacen que el fruto aumente la cantidad de sólidos solubles lo cual se ve reflejado en el aumento de los °Brix, provocando que el fruto se vuelva más dulce, por ende más apetecible para el consumidor.

Por lo tanto según los resultados de los análisis realizados, se concluye que la dosis de 20 ml de etileno es óptima para la maduración de frutas como el banano, aguacate y papaya, lo que resulta en una mejor calidad de las mismas. Estos hallazgos sugieren que esta dosificación es efectiva para inducir el proceso de maduración en estas frutas, lo que puede tener implicaciones importantes para la industria alimentaria. Estos resultados respaldan la eficacia de esta dosis específica de etileno en la mejora de la calidad de las frutas durante el proceso de maduración, lo que podría tener implicaciones prácticas significativas para la producción y comercialización de estas frutas.

CAPITULO V. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La investigación realizada para esta tesis nos dio resultados significativos en relación con los objetivos planteados. En primer lugar, el análisis del índice de madurez de banano, aguacate y papaya en diferentes concentraciones de etileno durante el proceso de inmersión ha revelado patrones distintivos de maduración para cada fruta, destacando la influencia única que ejerce el etileno en su desarrollo.

La evaluación de la relación entre la concentración de etileno y la velocidad de maduración en cada una de las frutas ha demostrado que existe una correlación directa entre la cantidad de etileno aplicada y la rapidez con la que las frutas alcanzan su punto óptimo de madurez. Sin embargo, esta relación no es uniforme entre todas las variedades estudiadas, lo que subraya la importancia de considerar las características específicas de cada fruta en el proceso de inmersión.

Finalmente, la determinación de la dosificación óptima de etileno para el proceso de inmersión de la fruta ha sido un punto crucial de la investigación. A través de un análisis minucioso, se ha identificado la concentración 20 ml de etileno que maximiza la eficacia del proceso de maduración sin comprometer la calidad o la integridad de las frutas. Esta dosificación óptima proporciona mejorar la eficiencia de sus operaciones y garantizar la consistencia en la calidad de la fruta madura.

6.2. Recomendaciones

Se sugiere la continuación de estudios adicionales sobre el impacto del etileno en la maduración de diversas frutas. Este enfoque permitirá precisar los tiempos óptimos de maduración para cada tipo de fruta, brindando a los productores herramientas para gestionar de manera más efectiva sus cosechas. Esto, a su vez, optimizará los procesos de producción y reducirá el desperdicio, asegurando que las frutas lleguen a los consumidores en condiciones óptimas y de alta calidad.

Se recomienda el uso de una dosis estándar de 20 ml de etileno en el tratamiento de las frutas. Además, se aconseja ubicar las frutas en un entorno controlado que reciba luz solar, lo que podría influir positivamente en su proceso de maduración.

Asimismo, se sugiere explorar otras alternativas de envoltorio, como bolsas de papel u otros materiales, con el fin de comparar su efecto en el proceso de maduración de los frutos. Esta comparación permitirá identificar la opción más adecuada para preservar la calidad de las frutas durante su almacenamiento y transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C., & Alcantara, J. (2019). Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 10 número 3*. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n3/2007-0934-remexca-10-03-575.pdf>
- Ajila, J. P. L., Aguilar, M. A. E., Romero, H. R. C., & Campoverde, J. Q. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7494-7507. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Alava, A., Reyes, M., & Tapia, R. (2021). Estudio socioeconómico de los productores de banano orgánico, Cantón Milagro, Ecuador. *Revista Tecnológica Espol*. doi:<https://doi.org/10.37815/rte.v33n3.869>
- Álvarez, E. L. (2020). valuación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*. doi:<https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Alzamora, S. (2020). Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. *Manual de capacitación*. Obtenido de
- Anchundia, D. M., Cunuhay, J. P. S., & Morán, R. P. (2021). *Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador*. 23.
- Avellan, L., & Cobeña, N. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano 'barraganete' (*Musa paradisiaca* L.). *Revista fitotecnia mexicana*. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.25>
- Avellan, N., Calvache, U., & Cabeña, N. (2015). Curva de absorción de nutrientes por el cultivo de plátano barraganete (*Musa paradisiaca* L.). *TsaFiqui Revista de Investigación Científica* 7:15-29. doi:<https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v0i7.271>
- Barrantes, W., Loria, C., & Gomez, L. (2019). Evaluación de dos sistemas de sexado en plantas de papaya (*Carica papaya*). *Agronomía Mesoamericana*. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index>
- Cachay, L. (2020). Maduración controlada y color en bananos. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO*. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2499/1/MADURACION%20CONTR>

OLADA%20Y%20COLOR%20EN%20BANANOS.pdf

- Caiza, J. (2021). El almidón, su uso y efecto como recubrimiento comestible en la conservación de frutas. *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17061/1/27T00534.pdf>
- Centenaro, P., & Nava, J. (2021). Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador. *Revista CEA*. doi:<https://doi.org/10.22430/24223182.1554>
- Coro-Haro, M. (2017). Evaluación del etileno como agente madurador en babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. pentagona). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10016/1/T-UCE-0004-19.pdf>
- Fichet. (2018). Etileno como regulador del desarrollo de las flores y el cuajado de frutos en cultivos frutales. *Pls One*.
- Balaguera-López, H. E., Salamanca-Gutiérrez, F. A., García, J. C., & Herrera-Árevalo, A. (2015). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 302. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3222>
- Burg, S. P., & Burg, E. A. (1965). Ethylene Action and the Ripening of Fruits. *Science*, 148(3674), 1190-1196.
- FAO. (2020). *Análisis del Mercado de las Principales Frutas Tropicales 2019*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/CB0834ES>
- García, T., Chaparro, L., Durán, L., Ávila, E., & Barrios, B. (2007). Efecto del etefón (ethrel) y el tiempo de almacenamiento sobre la maduración del plátano (*Musa ABB cv. Harton*) bajo refrigeración. *Bioagro*, 19(2), 91-98.
- Gimtrac. (2019). *Influencia del etileno en la maduración | Gimtrac*. <https://www.gimtrac.com.mx/node/1287>
- Gomez, J., Etchevers, J., & Monterroso, A. (2021). Carbono orgánico del suelo y su relación con la biomasa radical de *Quercus* sp. *INECOL*. doi:<https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>
- Gómez, L. (2021). *EDUCREA*. Obtenido de <https://educrea.cl/importancia-de-las-tic-en-la-educacion-basica-regular/>
- Guerron, A., & Viera, W. (2022). Aplicación de índices vegetales (banda roja e infrarrojo cercano) en plantaciones de aguacate. *Siembra*. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3371>
- Hernandez, G., Soto, A., & Garcia, E. (2019). VARIACIÓN MORFOLÓGICA in situ DE

- Carica papaya L. NATIVA DE MÉXICO. *Revista fitotecnia mexicana*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000100047
- Hernández-Salinas, G. S.-E.-P.-V. (2019). Variación morfológica in situ de Carica papaya L. nativa de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(1), 47-55. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000100047
- Hernández, L. C., & Bedoya, I. G. (s. f.). *Rol del Etileno en la maduración de los frutos*.
- Jimenez, G. (2020). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.160>
- Leon, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7494-7507. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Li, P. (2020). The lifecycle of the plant immune system. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 39, 72-100.
- Martinez, & Rey. (2021). Bananos *Musa aaa*: Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19. *Agronomía Mesoamericana*. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v32i3.43610>
- Martinez, M. (2018). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
- Martinez, S. (2021). FITOHORMONAS REDUCEN DAÑOS POR *Nacobbus aberrans* EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. doi:<http://dx.doi.org/10.29393/chjaas37-5frsm50005>
- Mejia, J. (2020). Determinación del porcentaje de aceite de cuatro variedades de aguacate *Persea americana* en el sector las viñas. *Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/31946/1/Tesis-260%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20680%20JONATHAN%20MEJ%C3%8DA.pdf>
- Mercado, J. (2019). Efecto de la aplicación exógena de etileno en el metabolismo de pulpa y cáscara de plátano. *Revista Iberoamericana de Tecnología*

- Postcosecha*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81361553003/html/>
- Mercado, J., Tortoledo, O., Garcia, J., & Baez, R. (2019). Efecto de la aplicación exógena de etileno en el metabolismo de pulpa y cáscara de plátan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81361553003/html/>
- Miranda, J., Garcia, O., & Miranda, D. (2020). Caracterización agronómica de tres genotipos comerciales de papaya en Michoacán, México. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2309
- Molinari, S. (2019). Biocontrol agents activate plant immune response and. *PLoS ONE*.
- Nataren, J., & Perez, A. (2020). Caracterización productiva del aguacate (*Persea americana*). *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941759001/index.html>
- Neira, J., & Coello, A. (2021). Estudio de las condiciones del proceso de extracción de aceite de Aguacate *Persea americana* con fines alimenticios en Ecuador. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*. doi:<https://doi.org/10.12873/412mosquera>
- Paucar, L., & Guillen, J. (2020). Oxidative stability and shelf life of avocado oil extracted cold and hot using discard avocado (*Persea americana*). *Scientia Agropecuaria*, 127 - 133.
- Peteira, B. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal*. Obtenido de Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522020000100001
- Porta, H. (2020). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*. doi:<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.160>
- Quintana, S., & Granados, C. (2017). Propiedades Reológicas de la Pulpa de Papaya (*Carica papaya*). *Información tecnológica*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400003>
- Reyez, f. (2021). Análisis proteómico cuantitativo de frutos de papaya (carica papaya l.) sometidos a estrés por daño mecánico. *Centro de Investigación Científica*

- de Yucatán, A.C. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1857/1/PCB_M_Tesis_2021_Francisco_Antonio_Reyes_Soria.pdf
- Ruiz, E. C. (2018). "INIVIT fb-4": Nuevo cultivar de papaya (*Carica papaya* L.) para la agricultura cubana. *Cultivos Tropicales*. Obtenido de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193105797>
- Sanchez, P. (2021). Relevancia del etileno en la inducción de resistencia por PO212 frente a *Phytophthora capsici* en pimiento. *Universidad Da Coruña*. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/29203/SanchezGarcia_Pedro_TFM_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20se%20ha%20observado%20que,et%20al.%2C%202020
- Silvana Luján; María Rísso; Micaela Chindamo; Vilma Manfreda. (2021, noviembre 4). *Efectos de la hormona vegetal etileno en diversas especies vegetales | UNICEN*. <https://www.unicen.edu.ar/content/efectos-de-la-hormona-vegetal-etileno-en-diversas-especies-vegetales>
- Suárez, L. (2019). Tierra, trabajo y tóxicos: sobre la producción de un territorio bananero en la costa sur del Ecuador. *Estudios Atacameños*, 63(63), 341–364. doi:<https://doi.org/10.22199/ISSN.0718-1043-2019-0034>
- Suazo, B. (2019). Identificación de defensas inducibles a mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) elicidadas con fitohormonas. *Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0719-3890202100010004300036&lng=en
- Umaña, G., Loría, C. L., & Gómez, J. C. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 61-73.
- Vargas, Y., & Diaz, A. (2021). Comparación de las características de calidad de fruta en genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) provenientes de Shushufindi y La Joya de los Sachas, Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1930
- Velasco, A. (2020). Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoamericana*. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>

- Vivero, A., Valenzuela, R., & Valenzuela, A. (2019). Palta: compuestos bioactivos y sus potenciales beneficios en salud. *Revista chilena de nutrición*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000400491>
- Zapata, C., & Paladines, A. (2022). Caracterización del microbioma de plantas de banano (*Musa × paradisiaca* L.) bajo sistemas de producción orgánico y convencional. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*. doi:<https://doi.org/10.18272/aci.v14i2.2298>
- Zhiminaicela, J. (2020). La producción de banano en la provincia de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189–195.

ANEXOS

Anexos 1: Fotos del proceso de inmersión de las frutas en etileno.



imagen1.- sumersión del aguacate a la dosificación de etileno.



Imgen 2.- Sumersión del Banano en la dosificación de etileno.



Imagen 3.- Los tres tratamientos, en reposo luego de colocar la dosificación de etileno.



Imagen 4.- Los tres tratamientos, en reposo luego de colocar la dosificación de etileno.



Imagen 5.- Los tres tratamientos, en reposo luego de colocar la dosificación de etileno



Imagen 6.- Los tres tratamientos, después de 3 colocar la dosificación de etileno.

Anexos 2: Fotos de los análisis físico – químicos a las muestras en el laboratorio



Imagen 2.- Preparación de las de cada tratamiento para los análisis



Imagen 1.- Medición del pH de cada tratamiento



Imagen 3.- Medición de grados brix de cada tratamiento



Imagen 4.- Análisis de acidez de cada tratamiento