

**EFFECTO DE LA ASPERSIÓN FOLIAR CON MIEL DE ABEJA
MULTIFLORAL EN LA POSTCOSECHA DE PAPAYA MARADOL EN
CAMPECHE**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL
INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

EGRESADO:

MARIO ORLANDO KANTUN COOL

DIRECTOR, CO-DIRECTOR:

DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDARIZ

DR. FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

Calkini, Campeche, México, Marzo 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLOGÍO
SUPERIOR DE CALKINÍ



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche 07/03/2025
P/03/25/648

INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. MARIO ORLANDO KANTUN COOL 7562
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDÁRIZ, y el co-director DR. FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"EFECTO DE LA ASPERSIÓN FOLIAR CON MIEL DE ABEJA MULTIFLORAL EN LA POSTCOSECHA DE PAPAYA MARADOL EN CAMPECHE"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica@
Sabiduría, Fortaleza y Nuestra Cultura@

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
"DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES"
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24000 Tel. 995-8134870,
e-mail: se_calkin@tecsm.mx | tecsm.edu.mx



AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a mi familia por apoyarme durante todo esta etapa de estudiante especialmente a mi madre Ofelia María Cool Moo y a mi padre Mario Orlando Kantun Dzib Ustedes han sido el pilar fundamental en cada paso de mi vida, gracias por su apoyo y por ser la fuente de mi fortaleza y motivación, por estar conmigo en todo momento, de igual forma a mis amigos y maestros, así mismo le agradezco a Dios por mantenerme con vida para poder llegar al termino de mi etapa estudiantil, por ser el guiador de mis pasos, por ser el que me levanta, el que me da paz, me da seguridad. Querida familia muchas gracias por ser el pilar y aconsejarme para tomar las mejores decisiones durante este tiempo, a pesar de que teníamos dificultades al seguir estudiando sin su esfuerzo, sus sacrificios, este logro no habría sido posible.

A mis hermanos, les agradezco por su compañía, por estar siempre a mi lado apoyándome y por compartir conmigo sus conocimientos al resolver un problema o un desafío en la escuela. Su apoyo ha sido muy valioso en los momentos difíciles durante estos 4 años de estudio, y su confianza en mí por darme una segunda oportunidad de seguir con mis estudios me ha dado fuerzas para seguir adelante.

Parte importante de este trabajo es gracias a mis asesores al Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez y Dr. Mario Ben-Hur Chuc Armendáriz que con esfuerzo, dedicación y atención lograron ser para mí una inspiración en la cual me enseñaron a que no hay dificultad más grande que el no querer hacerlo, gracias por apoyarme.

Agradezco el apoyo incondicional de mi tía María de Jesús Kantun Dzib que estuvo en los mejores y peores momentos en la escuela cuando yo necesito de alguna cosa haya estado ella apoyándome, sin duda alguna a mi difunta abuelita que vio que comience con esta nueva etapa de mi vida, que nunca dejó que confiar en mí y por motivarme a ser mejor persona cada día con sus sabios consejos me ayudaron llegar a la finalización de este trabajo, son lo más importante que tengo en mi vida, son todo para mí, con todo el amor que les tengo este trabajo es un logro de ellos y mío.

DEDICATORIA.

Antes que todo dedico este trabajo a mi señor DIOS todo poderoso, quien gracias a él lo puede todo, por darme la salud que me brindo durante este largo trayecto de mi vida, la sabiduría y el entendimiento para poder afrontar todas las adversidades que se presentaron día tras día en dicho proceso que no fueron nada fáciles.

En especial a mis queridos A mis padres, Ofelia María Cool Moo, Mario Orlando Kantun Dzib y a mi tía María de Jesús Kantun Dzib por ser la luz que ha guiado mi vida con su amor incondicional, su esfuerzo y sus enseñanzas. Gracias por su apoyo constante, al seguir estudiando y por impulsarme a seguir adelante en cada etapa de mi vida durante estos 4 años de estudio, esfuerzo y sacrificios que fueron testigos de todos los desvelos, esfuerzos en cada uno de los trabajos y proyectos que lleve a cabo en los cuales hubo momentos de tristeza y llantos aunque ay veces que me quería rendir a ya estaban para apoyarme y no dejarme solo con mis decisiones, por inculcarme la importancia de la educación y el trabajo duro. Este logro es tanto de ustedes como mío.

A mis hermanos, por compartir sus conocimientos al tomar una decisión, por no dejarme solo cuando más los necesite en mi momento de dejar el estudio al motivarme a seguir estudiando al ser también mis cómplices de vida, por sus palabras de motivación y compartir conmigo los momentos difíciles y los de alegría. Su compañía y apoyo han sido fundamentales en mi camino como estudiante pero con mucho orgullo puedo decir que he logrado una meta, un sueño el poder culminar mis estudios gracias a Dios.

A todos ustedes, mi gratitud eterna por creer en mí, incluso cuando yo dudaba. Este trabajo es un reflejo del esfuerzo y la fortaleza que me han inspirado siempre.

Índice

I.	CAPITULO.	10
1.1.	INTRODUCCION.....	10
1.2.	Antecedentes	11
1.3.	Planteamiento del problema.....	13
1.4.	Objetivos	14
1.4.1	Generales.....	14
1.4.2	Específico.....	14
1.5.	Justificación	14
1.6.	Hipótesis	15
II.	CAPITULO	16
	MARCO TEORICO	16
2.1.	Origen y distribución del cultivo.....	16
2.2.	Origen de papaya maradol.....	16
2.3.	Clasificación Taxonómica de la papaya maradol.....	17
2.4.	Descripción botánica del cultivo de papaya maradol	17
2.5.	Requerimientos climáticos.....	20
2.6.	Requerimientos edáficos	21
2.7.	Composición química de la papaya maradol.....	22
2.8.	Importancia económica.....	23
2.9.	Producción de papaya Maradol	23
2.10.	Consumo de papaya	24
2.11.	Índices de cosecha.....	24
2.12.	Forma de cosechar	25
2.13.	Estimación de cosecha.....	26
2.14.	Recolección.....	26
2.15.	Proceso de maduración de la papaya	27
2.16.	Efectos de la Maduración en la Calidad y Conservación de la Papaya	27
2.17.	Tipos conservación de la papaya.....	28
2.18.	Color de la cáscara como indicador de maduración en la papaya.	29
2.19.	Índices de maduración	29
2.20.	Cambios Físicoquímicas Durante la Maduración	30

2.21. Manejo de post cosecha.....	30
2.22. Selección	32
2.23. Lavado	32
2.24. Empaque	33
2.25. Almacenamiento	33
2.26. Miel Apis mellífera	34
2.27. Características físicas de la miel	34
2.28. Composición de la miel de abeja.....	34
2.29. Apicultura en México.....	35
2.30. Importancia económica de la miel en México.....	36
2.31. Trabajos realizados con diferente tratamiento en el proceso de postcosecha	36
III. CAPITULO	38
METODOLOGÍA.....	38
3.1. Materiales y Métodos	38
3.2. Material experimental.....	38
3.3. Proceso de investigación	38
3.4. Tratamientos.....	39
3.5. Siembra en charolas	39
3.6. Germinación de plántulas de papaya	39
3.7. Aplicación de fertilizantes	40
3.8. Preparación del suelo	40
3.9. Diseño experimental	40
3.10. Trasplante en el campo	41
Aplicación de previcur para Damping off.....	41
3.11. Aplicación de miel de abeja	41
3.12. Aplicación de CONFIDOR®	41
3.13. Riego	41
3.14. Datos evaluados	42
3.15. Colorimetría.....	42
3.16. Dureza	43
3.17. Potencial de hidrógeno (PH).....	43
3.18. C/E conductividad eléctrica	43

3.19. Grados Brix.....	44
IV. CAPITULO	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Estadísticas Descriptivas y Homogeneidad de Varianza	45
4.2. Comparaciones de Medias y Pruebas No Paramétricas	46
4.3. Grados Brix por tratamiento	47
4.4. Conductividad eléctrica (CE/MS) por tratamiento.....	48
4.5. Potencial de hidrógeno (pH) por tratamiento.....	49
4.6. Dureza por tratamiento	50
4.7. (L) por tratamiento (luminosidad).....	51
4.8. (A) por tratamiento (Componente de color rojo en CIELAB)	51
4.9. (B) por tratamiento (Componente de color amarillo en CIELAB)	52
4.10. (C) por tratamiento (Componente amarillo-verde en CIELAB).....	53
4.11. (H) por tratamiento (Ángulo de matiz en CIELAB).....	54
4.12. Conclusión.....	56
4.13. Referencias Bibliograficas	57
4.14. Anexos	63

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de los tratamiento mostro un peso distinta ya que el tratamiento 2 fue la más baja y las más alta en el tratamiento 4. Con el porcentaje de miel al 10%, 15% y el 20 %. Como observamos en las grafica el tratamiento 4 con aplicación de 20% de miel de abeja hay diferencias.	45
Figura 2. Como podemos observar en la gráfica no hay una diferencia significativa en la aplicación de miel por el porcentaje de grados Brix.....	47
Figura 3. En esta grafica se puede observar que el tratamiento 1 no hay diferencia significativa en la aplicación de miel al 10 %.	48
Figura 4. Resultados de pH de cultivo de papaya (<i>carica papaya</i>). Con el porcentaje de miel al 10%, 15% y el 20 %. Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.	49
Figura 5. En el muestreo dureza no hubo diferencia significativa para el número de frutos en los tratamientos	50
Figura 6. En esta grafica se puede observar que los tratamiento no hay diferencia significativa en la aplicación de miel con el porcentaje al 10%, 15% y el 20 %.	51
Figura 7. Resultados de (A) en colorimetría de cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i>). Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.	52
Figura 8. Como podemos observar en la gráfica no hay una diferencia significativa en la aplicación de miel de la variable (b) en los frutos.....	53
Figura 9. En esta grafica se puede observar que los tratamiento no hay diferencia significativa en la aplicación de miel con el porcentaje al 10%, 15% y el 20 %.	54
Figura 10. Resultados de (h) en colorimetría de cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i>). Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.	55
Figura 11. Aplicación de miel dos veces a la semana por diferentes porcentaje al 10%, 15% y al 20 %.	63
Figura 12 fertirrigación del cultivo de papaya con la ayuda de un Venturi	63
Figura 13 cosechas de papaya maradol (<i>Carica papaya</i>).....	64
Figura 14. Resultados de aplicación de miel de abeja en postcosecha	64
Figura 15. Extracción de pulpa de papaya maradol (<i>Carica papaya</i>)	65
Figura 16. Medición de pH, dureza, conductividad eléctrica, % Brix, colorimetría.....	65
Figura 17. Materiales utilizados	66

Índice de cuadros

Cuadro 1 . Composición química de la papaya maradol	22
Cuadro 2. Producción mundial de papaya, periodo 2015-2016.....	23
Cuadro 3. Propiedades nutricionales de miel de abeja	35
Cuadro 4. Tratamientos con sus respectivos porcentaje de miel multifloral	39

I. CAPITULO.

1.1. INTRODUCCION

La papaya maradol (Carica papaya) es uno de los cultivos más importantes en términos de generación de ingresos y empleos en la agricultura de México. Los estados líderes en su producción, de mayor a menor relevancia, son: Veracruz, San Luis Potosí, Colima, Michoacán, Chiapas y Yucatán. De acuerdo con el análisis económico, este cultivo se destaca como uno de los más rentables dentro del sector agrícola. Su alta tasa interna de retorno permite recuperar la inversión en un periodo breve, a pesar de las variaciones en los costos de producción a lo largo del año (Martínez H. X., 2016).

La papaya es un fruto climatérico, lo que implica que su proceso de maduración continúa después de ser cosechada. Durante esta etapa, aumenta la producción de etileno, lo que provoca el ablandamiento del fruto, cambios en el color de su epidermis y pulpa, además del desarrollo de un aroma intenso (Mustaffa-Hamzah, 2013).

México aporta el 5.9% de la producción mundial de papaya, lo cual indica importancia económica en los mercados tanto nacionales como internacionales (FAOSTAT, 2018). A pesar de sus extraordinarias cualidades organolépticas, la papaya es una fruta altamente perecedera y con una vida de anaquel limitada, debido principalmente a los daños que sufre durante la cosecha y el transporte, muchas veces ocasionados por temperaturas inapropiadas y empaques inadecuados (Lurie S. y Mitcham, 2007).

Este proyecto busca evaluar la efectividad de la miel de abeja en la conservación postcosecha de la papaya Maradol mediante su aplicación en diferentes etapas del proceso agrícola. La implementación de un sistema de riego eficiente, la fertirrigación adecuada y el monitoreo de plagas y enfermedades serán elementos clave para asegurar un manejo integral del cultivo, optimizando tanto la producción como la calidad del fruto.

Es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo y por su dinamismo comercial es considerada una de las más importantes desde el punto de vista económico y se ha convertido en un importante producto de exportación agrícola para los países en desarrollo, sobre todo en México.

1.2. Antecedentes

La papaya (*Carica papaya* L.), Es una fruta tropical de gran valor comercial en México, especialmente la variedad Maradol, que se cultiva en regiones como Campeche. Sin embargo, presenta problemas significativos de deterioro postcosecha, lo que limita su vida útil. Esto ha impulsado la búsqueda de métodos que puedan ayudar a mantener su calidad durante más tiempo, favoreciendo su venta y aceptación en el mercado. Investigaciones han señalado que la pérdida de calidad en esta fruta se asocia con el aumento de la actividad enzimática y el daño celular (Rodríguez J. & Gómez, 2020).

El cultivo de papaya Maradol en Campeche es una de las principales fuentes de empleo, teniendo una importante exportación a los Estados Unidos de América. Centrándonos en la producción establecida en el estado, ésta no se destina plenamente a la exportación. Hay una gran actividad económica en cuanto a la comercialización de esta fruta a nivel local y regional, siendo una apreciada fuente de empleo, ya que en lo que a producción se refiere, esta actividad de siembra, cosecha y venta en el estado genera tanto empleos directos como indirectos. Al ser el principal producto de exportación del estado, la papaya Maradol, de gran calidad de pulpa y sabor, presenta una gran capacidad de consumo tanto local como de exportación (López Velázquez, 2023) (Chi, 2020).

La papaya es una fruta muy beneficiosa para nuestra dieta, ya que está llena de nutrientes y tiene propiedades medicinales. Nos aporta vitaminas A, B y C, además de antioxidantes y minerales que ayudan a mantenernos saludables (Saeed, 2014). También es rico en fibra, lo cual mejora la digestión y ayuda a regular el azúcar y el colesterol en el cuerpo. Gracias a sus vitaminas B y al β -caroteno, fortalece el sistema nervioso y contribuye a tener una piel saludable (Vázquez E. M., 2010).

Estudiaron la aplicación de fertirrigación junto con aspersiones foliares de nutrientes en papaya. Encontraron que tratamientos con dosis correctas de nitrógeno y potasio, combinados con aplicaciones de zinc y boro, hacía que los frutos fueran más grandes, con mayor peso, y mejor contenido de azúcares y nutrientes. Estos efectos benefician la calidad del fruto y extienden su vida postcosecha al mejorar las propiedades antioxidantes y nutricionales de la papaya (Sebastian, 2024).

Analizaron el efecto de tratamientos postcosecha cómo el uso de reguladores de crecimiento y micronutrientes influye en la calidad del fruto de papaya. Descubrieron que ciertas hormonas y nutrientes en aplicaciones foliares ayudan a prevenir enfermedades y mejoran los niveles de azúcares y ácidos orgánicos en el fruto, lo cual ayuda a conservar su calidad durante más tiempo. Estos hallazgos sugieren que productos naturales, como la miel, podrían ofrecer beneficios parecidos gracias a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. (Pandey et al., 2022).

La miel de abeja multifloral, con una gran concentración de nutrientes y compuestos Bioactivos, se ha usado en algunos estudios como bioestimulante y agente antimicrobiano por sus propiedades antioxidantes. Estudios han demostrado que la miel aplicada en frutas y hortalizas puede ayudar a reducir la pérdida de humedad y retardar la aparición de hongos y bacterias, ayudando a prolongar la frescura del producto (Santos FA. & Hernández, 2019). Sin embargo el uso de miel aspersión foliar para prolongar la vida postcosecha de la papaya es un campo nuevo que aún requiere mayor investigación.

C.I. Tasas-Siller, F.L.L. Pérez, A.O.R. Motta, R.G.R. Jiménez y A.C.O.Cantarero (2014), en 2014, realizó el estudio "Efecto de Recubrimientos Bioactivos y de Ceras Comerciales Sobre la Calidad Poscosecha de Papaya Maradol" en la Universidad Autónoma de Querétaro. La investigación denominada "UNAM-2011". Inició sus actividades a manera de "piloto" en 2008. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y comercial en el país de la clase "Cavite", y contrastarlos con respecto a la clase "Maradol" (CV-185). Se realizaron 3 localidades por parte del INIFAP y 5 por la CDRCV, en un sistema de producción específico o sistema orgánico; desde el inicio se excluyó la producción ecológica e hidropónica debido a la complejidad de los sistemas de producción. En INIFAP-CENIDH se llevaron a cabo experimentos durante los años 2008 y 2009, cuyos resultados dieron origen a este libro, con la zona de estudio localizada al centro del Estado de Yucatán (Pérez, 2014).

Se ha demostrado que la miel puede aplicarse en el campo sin causar la atracción de hormigas, y ha sido utilizada como adherente o fertilizante foliar con resultados positivos. Aunque pueda parecer sorprendente, la miel, producida tanto por abejas *Apis mellifera* como por abejas Meliponinos, puede ser empleada en diversas actividades agrícolas, incluyendo el manejo en invernaderos, la poscosecha y la producción en campo. (Albores Flores. & J, 2023).

Investigaciones realizadas en México desde 2001 han informado sobre el uso de miel de abeja *Apis* como suplemento nutricional para plántulas de tomate, con el objetivo de obtener plantas vigorosas y de alta calidad para el trasplante (Albores Flores. & J, 2023).

La finalidad del presente trabajo es la determinación del efecto de la aspersión foliar de la miel multifloral con prácticas agrícolas tradicionales, permitiendo a los productores mejorar la vida útil en el momento de postcosecha y calidad del fruto.

1.3. Planteamiento del problema

México está entre los países que más papaya producen en el mundo, ocupando el cuarto lugar con una producción de 1, 051,960 toneladas, lo que representa el 6.6% de la producción mundial. Los estados que más destacan en el cultivo de papaya son Oaxaca, Colima, Chiapas y Veracruz. En particular, Oaxaca es el principal productor del país, generando 328,084 toneladas, lo que equivale al 31% de la producción nacional, y reporta ingresos anuales de unos 3,195 millones de pesos (SIAP, 2019).

En el estado de Campeche, los cultivadores de papaya Maradol, que representan cerca del 90 % de la población indígena, no utilizan métodos de conservación para su fruto. Solamente practican el aguado cada tres o cuatro días mientras su mercancía esté en condiciones.

Un problema importante que se enfrenta en la producción de papaya Maradol en Campeche es la alta susceptibilidad del fruto al deterioro durante la fase de poscosecha. Esta situación se agrava debido a las condiciones climáticas de la región y la limitada infraestructura de conservación, lo que resulta en una significativa pérdida de producto antes de su llegada al mercado Según informes de la FAO, en los países productores de papaya, incluidas algunas regiones de México, las pérdidas postcosecha pueden representar hasta un 40% de la producción total debido a factores como el manejo inadecuado y la falta de técnicas de conservación efectivas (FAO, 2022).

Los agricultores de papaya Maradol en Campeche, en su mayoría pequeños y medianos productores, enfrentan limitaciones de acceso a tecnologías avanzadas de cultivo y control de plagas. La infraestructura de riego y el uso de fertilizantes específicos son insuficientes para maximizar el rendimiento, según informes de la FAO sobre cultivos tropicales. Estos factores limitan la productividad y el potencial de exportación de la papaya Maradol, que es altamente perecedera.

En México, la agricultura representa una actividad fundamental para el desarrollo económico y social, generando empleo y alimentos para una población en constante crecimiento. Sin embargo, enfrenta diversos desafíos que limitan su capacidad para ser una fuente sostenible de ingresos y seguridad alimentaria. Un problema fundamental identificado por el SIAP es la degradación del suelo agrícola, ya que cerca del 52% de los suelos de cultivo en México presenta algún tipo de erosión. Esto afecta directamente la capacidad de producción y, a largo plazo, podría comprometer la sostenibilidad del sector agrícola (SIAP. S. d., 2021).

El estado de Campeche debe de mejorar en la producción de papaya maradol ante la gran demanda que este tiene a nivel local, nacional e internacional, por ello el manejo de poscosecha de los frutos asperjados con miel para la comercialización del fruto delimitara la calidad de esta.

1.4. Objetivos

1.4.1 Generales

Evaluar los efectos de la aplicación foliar de la miel de abeja multiflora sobre la postconservación de la papaya Maradol (Carica papaya; L.) en Campeche.

1.4.2 Específico

Analizar la duración de la postconservación de los frutos de papaya Maradol tratada con la aspersión foliar miel de abeja multiflora.

Examinar la estabilidad del color de la cáscara y la pulpa de la papaya Maradol con un colorímetro.

1.5. Justificación

El cultivo de Papaya Maradol es una fruta muy importante, tanto para la economía como para la vida diaria, sin embargo entre los principales problemas que limitan la producción que enfrentan los agricultores es que esta fruta se echa a perder muy rápido después de cosecharla, especialmente cuando se almacena o transporta.

La importancia de este trabajo es generar nuevas estrategias acerca de cómo la miel de abeja contribuye a la conservación de frutas tropicales y cómo funciona en este proceso de postcosecha, dándole una alternativa a los productores interesados para alargar la vida de anaquel del fruto.

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de producción accesible para cualquier persona interesada en producir y comercializar papaya Maradol con alternativas adecuadas, obteniendo resultados favorables, incluyendo un aumento en la de producción. Este trabajo se enfocará en evaluar la efectividad de la técnica de aspersión con miel de abeja en prolongar la vida de anaquel de las papayas Maradol; y por otro, se analizará su viabilidad como una opción accesible para pequeños y medianos productores. Al demostrar que la miel de abeja puede actuar como un conservante natural eficaz, se espera proporcionar a los agricultores una herramienta económica y sostenible que mejore la conservación del fruto, disminuya las pérdidas postcosecha y contribuya a aumentar la rentabilidad del cultivo.

Los resultados de este proyecto serían de gran valor para los productores, pues ofrecerían una estrategia innovadora para aumentar la producción y la calidad del producto en el mercado, sin recurrir a productos químicos sintéticos. Esto no solo fortalecería la competitividad del sector, sino que también respondería a la creciente demanda de métodos de conservación más naturales y saludables.

1.6. Hipótesis

La aplicación de miel de abeja multifloral mediante aspersión foliar en las papayas Maradol con diferentes diluciones de 10, 15, 20 ml de miel por tratamiento prolongará su madures y calidad durante el periodo de postcosecha, ya que la miel contiene algunas propiedades antioxidantes y conservantes naturales, reduciendo la pérdida de peso, retrasando la maduración y disminuyendo la presencia de enfermedades en comparación con las papayas que no reciben este tratamiento.

II. CAPITULO

MARCO TEORICO

2.1. Origen y distribución del cultivo

La papaya fue mencionada por primera vez en 1526 por el cronista español Oviedo en su libro sobre la "historia natural y general de las Indias", donde describió cómo la encontró en las costas de Panamá y Colombia. Hoy en día, se considera que la papaya tiene su origen en Centroamérica, específicamente en la zona que va desde el sur de México hasta el norte de Nicaragua.

La planta se expandió rápidamente a lo largo de los trópicos, ayudada por sus numerosas semillas. Alrededor del año 1500, los españoles ya habían llevado las semillas a Panamá y República Dominicana, y más tarde, durante ese mismo siglo, marinos españoles y portugueses las llevaron a Filipinas, Malasia e India. Para el año 1600, la papaya ya se cultivaba en varias zonas cálidas de América, como el sur de México, las Antillas, Bahamas, Bermudas y Florida, e incluso había llegado de India a Italia. A Hawaii la planta llegó entre 1800 y 1820. En 1978, el cultivar Maradol se introdujo en México a través de la CONAFRUT, en Xalapa, Veracruz (Sagarpa, 1999).

2.2. Origen de papaya maradol

La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta originaria de las zonas tropicales de América, especialmente de América Central y la costa oeste de Sudamérica, en las áreas húmedas de los valles andinos. Esta es la especie de papaya con más valor económico. Se dice que el conquistador español Hernán Cortés la descubrió en el sur de Tabasco y Yucatán. Hoy en día, una de las variedades más populares y cultivadas es la papaya Maradol, que fue desarrollada por el especialista cubano Adolfo Rodríguez Rivera (Vázquez E. R., 2010).

La variedad de papaya Maradol fue desarrollada por el mejorador cubano Adolfo Rodríguez Rivera, quien trabajó durante diez años en este proyecto. Partió de una línea llamada "corralillo", que él mismo había desarrollado entre 1938 y 1949. Luego, en 1949, introdujo una segunda línea de papaya proveniente del este de Cuba, y el cruce entre ambas resultó en una fruta de gran aroma y sabor. Tras múltiples cruces para estabilizar las características deseadas, como un grosor de pulpa considerable y un sabor particular,

En 1956 logró consolidar la variedad por medio de la autopolinización. Esto dio como resultado una papaya más pequeña pero con alto rendimiento y excelente tiempo de conservación. El nombre "Maradol" es una combinación de los nombres de Adolfo y su esposa, María. (Sánchez Olvera, 2003).

2.3. Clasificación Taxonómica de la papaya maradol

La familia Caricácea solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de América tropical (Carica, Jacoratia y Jarilla) y uno de África ecuatorial (Cylicomorpha). El género Carica agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales Carica papaya es la más importante por su utilización en la alimentación humana.

Clasificación taxonómica la papaya pertenece a la siguiente clasificación botánica (Rodríguez, 2002).

Reino: Vegetal

Tronco: Cormophyta

División: Antophyta

Subdivisión: Angiosperme

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Chrisopetala

Orden: Parientales

Familia: caricácea

Género: Carica

Especie: papaya

2.4. Descripción botánica del cultivo de papaya maradol

La Carica papaya es una planta de crecimiento rápido y vida corta, que crece de forma rápida y alcanza entre 2 a 10 metros de altura y de 10 a 30 cm de diámetro. Su tallo es suave, fibroso y hueco, y cambia de color de gris a marrón, con marcas visibles por donde caen las hojas. Esta

planta tiene un conjunto de hojas grandes que crecen en la parte superior del tallo. Las flores aparecen en las axilas de los pecíolos de las hojas y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas, lo que da lugar a una mezcla interesante de tipos florales dentro de la misma planta (Bhattarai, 2004).

Para describir la papaya Maradol se consideran las partes principales de la planta: la Raíz, hojas, tallos, las flores, el fruto y semilla.

La raíz

Las raíces de una planta de papaya madura se encuentran principalmente en los primeros 20 centímetros del suelo y es de tipo fibrosa, con un color crema. Normalmente, la raíz tiene una raíz principal que mide entre 0.5 y 1 metro, de la cual salen otras raíces secundarias.

Es importante tener en cuenta que, como la raíz no se extiende a gran profundidad, la planta es vulnerable a los vientos fuertes, que pueden llegar a tumbarla, afectando la producción y el rendimiento. Esto es más común en suelos poco profundos, donde las raíces no logran agarrarse bien para sostener la planta. (Jiménez, 2014).

Hojas

Las hojas de la papaya están distribuidas de manera alterna y tienen pecíolos largos, casi horizontales, que salen desde la parte superior del tallo y se acomodan en forma de espiral hacia abajo. Son de forma palmatilobadas, con entre 5 y 9 lóbulos, y tienen una nervadura central gruesa y prominente.

En promedio, cada planta tiene alrededor de 15 hojas maduras, que están en constante renovación. Las hojas viejas se caen junto con su pecíolo, dejando una marca en el tallo. Las hojas nuevas suelen aparecer cada 2 o 3 semanas, dependiendo de las condiciones del ambiente y de cómo se maneje la planta (Jiménez, 2014).

Tallo

Es recto y hueco, y tiene en su parte superior grandes hojas verdes, anchas y con forma de mano abierta. Los pecíolos de estas hojas pueden medir entre 70 y 90 centímetros.

Flores

Crece en las uniones de las hojas con el tallo y tienen cinco pétalos. Su forma facilita que sean polinizadas tanto por el viento como por insectos.

Frutos

Se agrupan alrededor del tronco y cambian de color, de verdes a anaranjados, al madurar. Su pulpa es suave, de un color anaranjado rojizo, y los frutos pueden medir entre 10 y 25 centímetros (o incluso más) de largo, y entre 7 y 15 centímetros de diámetro. Tienen semillas negras, redondas u ovaladas, cubiertas de una capa transparente, y su peso varía de 200 gramos hasta 8 kilos (papayas anaya, 2012).

Según: (Maderos E, 1991) Las flores de la papaya se dividen en tres tipos.

Tipo I: Flor femenina. Esta flor produce frutos redondos, alargados o con forma ovalada. Se distingue porque es más ancha en la base y se estrecha en la punta.

Tipo II: Flor masculina. Crece en largos racimos colgantes y tiene 10 estambres junto con un pistilo pequeño que no permite la formación de frutos.

Tipo III: Flor hermafrodita. Esta flor contiene tanto órganos masculinos como femeninos y crece en racimos cortos. Hay tres variantes de este tipo:

Hermafrodita pentandria: Tiene cinco estambres y un ovario. Da frutos redondeados, ovalados y con una forma lobulada en la sección transversal.

Hermafrodita intermedia: Posee entre seis y nueve estambres y un ovario. Cuando la flor es normal, los frutos son grandes y de buen aspecto; sin embargo, esta y la anterior suelen presentar irregularidades que impiden el desarrollo de frutos, lo que reduce el rendimiento de las plantas.

Hermafrodita elongata: Es la versión hermafrodita ideal, con 10 estambres y un ovario, que asegura una alta producción de frutos. Estos frutos son carnosos, alargados, cilíndricos y de excelente calidad.

Semilla

La semilla de la papaya es pequeña, de forma aplanada y está rodeada por una capa de tejido llamada endospermo. Su cubierta está compuesta por una endotesta dura con una textura rugosa y

una sarcotesta translúcida, la cual contiene un líquido mucilaginoso. Estas semillas tienen un sabor ligeramente picante y contienen una cantidad significativa de grasa de color amarillo. Cada fruto puede contener entre 300 y 800 semillas (García, 2010).

Tipos de plantas

Existen 3 tipos de plantas: Las plantas femeninas necesitan polen de otras plantas para poder fertilizarse y formar semillas.

Las plantas masculinas tienen un ovario que, en ocasiones, puede activarse y producir frutos pequeños que no sirven.

Las plantas hermafroditas tienen tanto flores hermafroditas como masculinas. (Mirafuentes H F, 1997).

2.5. Requerimientos climáticos

Temperatura

La temperatura es clave para el desarrollo de la papaya. Crece mejor entre 23°C y 26°C, aunque tolera un rango de 22°C a 30°C. No debe cultivarse en zonas con heladas, ya que el frío intenso puede matar la planta y las altas temperaturas reducen la producción. Las noches frescas y húmedas también afectan la calidad del fruto, haciendo que madure más lento y pierda calidad.

Viento

La planta tolera bien el viento, gracias a que su tallo es flexible y sostiene bien las hojas y flores. Aunque los vientos fuertes pueden dañar las hojas, las flores y frutos suelen mantenerse intactos. Los árboles de papaya son bastante frágiles y pueden dañarse con vientos de más de 64 km/h, por lo que es importante protegerlos. Estos vientos aumentan la evaporación del agua en el suelo y hacen que la planta pierda más agua, lo que genera estrés hídrico. Si los vientos superan los 120 km/h, pueden romper flores, frutos e incluso derribar las plantas, afectando gravemente la producción (Vázquez E. M., 2010).

Humedad

En general, la papaya necesita entre 800 y 2000 mm de lluvia al año y no soporta sequías prolongadas. Por eso, es importante regarlo para asegurar que los frutos sigan formándose y

obtener buenos rendimientos. Además, la humedad relativa es clave: no debe bajar del 66% para que las hojas funcionen bien y un buen crecimiento del cultivo (Nakasone H. Y. & R. E. Paull, 1998).

Luz

La papaya necesita abundante luz debido a su alta actividad fotosintética. Si crece en lugares con poca luz, las plantas tienden a alargarse y volverse amarillentas, lo que afecta su crecimiento y desarrollo. La papaya es una planta que no depende del fotoperíodo para su desarrollo, ya que la inducción floral está determinada genéticamente. En cuanto a la luz, crece mejor en lugares soleados, con niveles de radiación entre 1000 y 1650 $\mu \text{ mol m}^2/\text{s}$. Si está mucho tiempo en sombra, el crecimiento de la planta se ve afectado: las hojas son más pequeñas, disminuye la cantidad de estomas y los entrenudos y pecíolo (Vázquez E. M., 2010).

2.6. Requerimientos edáficos

Altitud

La papaya es una planta tropical que puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud, aunque los frutos de mejor calidad y mayor rendimiento se logran por debajo de los 800 metros.

Suelo

El suelo ideal para la papaya debe ser suelto, húmedo, bien drenado, rico en materia orgánica, con un pH entre 5.6 y 7, fértil y profundo. Aunque el suelo es importante, se puede mejorar con enmiendas, por lo que no es un factor limitante en la planificación de una plantación. Los suelos para producir papaya son los de textura media, con un contenido de arcilla entre 10 y 30%, profundidad mayor a 80 cm.

Las principales características que deben reunir un suelo adecuado para este cultivo son las siguientes (Vázquez E. M., 2010).

- ❖ Suelto y húmedo
- ❖ Con buen drenaje
- ❖ Con alto contenido de materia orgánica

- ❖ Con un pH que fluctuó entre seis y siete
- ❖ Que sea fértil y profundo

2.7. Composición química de la papaya maradol

La papaya tiene un sabor delicioso, un color atractivo y un aroma agradable. Es una buena fuente de vitamina A, carotenos, complejo B y vitamina C (Cuadro 1). Se recomienda su consumo porque ayuda a la digestión gracias a enzimas como la pectinmetilesterasa, poligalacturonasa, β -galactosidasa y su alto contenido de fibra.

Su composición es 87% agua y 13% sólidos, donde destacan un 48% de sacarosa, 21% de glucosa, 21.9% de fructosa, además de minerales como calcio, hierro, fósforo, magnesio, sodio y potasio (SAGARPA., 2012).

Cuadro 1 . Composición química de la papaya maradol

Nutrientes	Contenido por cada 100 g
Energía (Kcal)	26.5
Fibra (g)	1.9
Proteína (g)	0.52
Lípidos (g)	0.09
Fibra (g)	1.9
VitaminaB1(mg)	0.03
Vitamina B2 (mg)	0.04
Vitamina B3 (mg)	0.3
Vitamina B6 (mg)	0.02
Vitamina A (mg)	98.5
Vitamina C (mg)	84

Fuente: (SAGARPA., 2012)

2.8. Importancia económica

La papaya se cultiva en más de 60 países, principalmente en naciones en desarrollo. Los mayores productores son India, Brasil, México, Indonesia y República Dominicana (Cuadro 3) (FAOSTAT, 2018). En Asia, la producción ha crecido notablemente, representando el 56,3% del total mundial entre 2015 y 2016. Le sigue América con el 33,1%, África con el 10,5% y Oceanía con apenas el 0,1% (FAOSTAT, 2018).

México ocupa el tercer lugar como productor global de papaya y es el principal exportador, enviando la mayor parte de su producción a Estados Unidos y Canadá (FAOSTAT, 2018).

Cuadro 2. Producción mundial de papaya, periodo 2015-2016.

País	Producción
India	5,699,000
Brasil	1,424,650
México	951,922
Indonesia	904,284
República Dominicana	863,201

(FAOSTAT, 2018)

En México, la mayoría de las plantaciones de papaya se encuentran en el sureste del país, en estados como Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Campeche y Yucatán, que juntos aportan más del 60% de la producción nacional (Evans y Ballen, 2012). Según datos del SIAP en 2017, Oaxaca lideró con una producción de 169,434 toneladas, seguido de Veracruz con 100,465 toneladas y Chiapas con 86,879 toneladas. Colima también destacó con 65,121 toneladas. Estos estados representaron el 74% de la producción nacional, con un valor estimado de \$1, 385,150 (SIAP., 2016).

2.9. Producción de papaya Maradol

En los últimos años, la producción mundial de papaya variedad Maradol se ha mantenido estable. Según la FAO, en 2004 se cultivaban alrededor de 365.846 hectáreas de esta fruta, con una producción aproximada de 6,5 millones de toneladas. Brasil lidera la producción mundial con un

26% del total, seguido por México con un 15%, mientras que Nigeria e India aportan el 12% y 11%, respectivamente.

El interés de los consumidores por las propiedades de la papaya ha impulsado su demanda en la última década, lo que ha favorecido su expansión. En 1996, la superficie cultivada a nivel mundial era de 288.568 hectáreas, con una producción de 4,5 millones de toneladas. Para 2006, estas cifras aumentaron a 391.073 hectáreas y 6,59 millones de toneladas, representando un crecimiento del 35% en la superficie cultivada y del 45% en la producción. En México, este incremento fue aún más significativo, con un aumento del 60% en la producción, pasando de 496,849 toneladas en 1996 a 805,672 toneladas en 2006 (FAOSTAT, 2007).

2.10. Consumo de papaya

La papaya es un fruto muy consumida en la gastronomía, ya que tanto su pulpa como sus semillas son comestibles y cuentan con propiedades medicinales. Además, las hojas de la planta pueden utilizarse en ensaladas como alternativa a la espinaca (Crisitna Elizabeth., 2016).

Este fruto se puede consumir fresco o en diversas preparaciones como jugos, purés, compotas, postres y platillos gourmet. En la mayoría de los países occidentales, la papaya se consume cuando está madura, pero debido a su textura delicada, su vida útil es corta. En cambio, en algunos países asiáticos, es común el uso de la papaya verde y sus hojas en ensaladas y distintos platillos, una práctica que no es tan frecuente en regiones como Europa, Estados Unidos y Australia (Crisitna Elizabeth., 2016).

A nivel industrial, la papaya se utiliza para la producción de productos como papaína, pectina, aceites esenciales, néctares, conservas, miel, jaleas, frutas deshidratadas, mermeladas y jugos. También se emplea en la elaboración de medicamentos para tratar problemas digestivos, en la producción de medios de cultivo, como ablandador de carnes, en suavizantes de chicles, jarabes expectorantes e incluso en la clarificación de cervezas (García, 2010).

2.11. Índices de cosecha

El color de la cáscara es clave para saber cuándo la papaya está lista para cosecharse). Se recolecta cuando aparecen manchas amarillo-naranja en la punta del fruto, lo que asegura que aguante el transporte a los puntos de venta. Para exportación, se pueden cosechar cuando el color pasa de

verde oscuro a verde claro con un toque amarillo-naranja (quiebre de color) o hasta que un cuarto de la cáscara esté amarillo-naranja. En el mercado local, se pueden cosechar cuando entre un cuarto y la mitad del fruto ha cambiado a ese color. Las papayas recolectadas con más color amarillo-naranja tienen mejor sabor que las cosechadas en el quieto de color, ya que su dulzor no aumenta después de ser cortadas (Vázquez E. M., 2010).

La papaya Maradol está lista para comerse entre 13 y 15 días después de ser cosechada, siempre que se almacene a una temperatura de 23 ± 1 °C y con una humedad relativa del 75%. La madurez se identifica por el tono de la cáscara, que debe estar entre 70 y 80° en el ángulo de color, un contenido de azúcar (SST) de 10 a 11.5 °Brix y una firmeza de la pulpa que va de 4.7 a 6.9 NORTE (Vázquez E. M., 2010).

La norma mexicana NMX-FF-041-SCFI-2007 incluye un apéndice dedicado a la variedad Maradol, donde se recomienda que tanto la pulpa como la cáscara tengan un color característico y uniforme. Para describir el color externo de la papaya, se utilizan siete niveles de maduración, que van desde los frutos completamente verdes hasta los que están en madurez fisiológica y listos para consumo.

2.12. Forma de cosechar

La cosecha de la papaya se hace manualmente cuando la fruta alcanza su madurez fisiológica, siguiendo los indicadores mencionados. Para recogerla, se toma con ambas manos y, con un suave giro, se desprende del árbol junto con el pedúnculo. Es importante usar guantes para evitar rasguños. Luego, se envuelve cada fruta en media hoja de periódico y se coloca en cajas de plástico para transportarlas al centro de empaque.

En algunos casos, las frutas se colocan a granel, también envueltas en periódico, y se trasladan en remolques, carretillas o incluso animales de carga. En cualquiera de estas opciones, es fundamental proteger los medios de transporte con acolchonado para evitar daños como golpes, roces o compresiones, ya que estos defectos suelen aparecer cuando la fruta está madura, afectando su calidad y precio. Además, es crucial evitar que las frutas queden expuestas al sol y llevarlas al centro de empaque lo más rápido posible (Vázquez E. M., 2010).

2.13. Estimación de cosecha

La mejor forma de estimar la cosecha empieza desde la etapa en la que los frutos comienzan a “amarrar”. Para esto, se hace un muestreo en distintas áreas del cultivo, cubriendo al menos el 10% de los árboles. Se marcan con una señal y se calcula el promedio de frutos “amarrados” por árbol. Esta actividad se realiza cada mes desde que inicia el “amarre”, anotando todo en una libreta de campo. Con esos datos, se puede calcular la fecha probable de cosecha, teniendo en cuenta que desde el “amarre” hasta la madurez fisiológica pasan entre 150 y 165 días, dependiendo de la fecha de siembra y las temperaturas durante el desarrollo de los frutos (Vázquez E. M., 2010).

2.14. Recolección

Para llevar a cabo la cosecha de la papaya de manera eficiente, es fundamental que el personal esté bien capacitado y tenga conciencia de la importancia de recolectar la fruta en su punto óptimo de maduración (Arango, 2000).

Los trabajadores encargados de la recolección deben usar equipo de protección, como guantes de hule y overoles, para evitar el contacto con el látex de la papaya, ya que este puede causar irritaciones en la piel. Además, se recomienda cosechar en las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura sea más fresca, para evitar que la fruta se exponga directamente al sol. La recolección debe realizarse con un cuchillo, cortando el fruto al ras de la planta y luego retirando el pedúnculo para prevenir daños en otras papayas durante el manejo (Guzmán, 1998).

Una vez cosechadas, las frutas deben empacarse en cajones o canastillas, colocándolas con papel. La papaya es un fruto muy frágil, por lo que es esencial manejarla con cuidado desde la cosecha hasta su empaque, transporte y distribución para reducir al mínimo las pérdidas después de la recolección (Guzmán, 1998).

De acuerdo con (Arango, 2000), la fruta debe desprenderse de la planta con un ligero giro y colocarse en canastillas protegidas con espuma o papel para evitar daños. Luego, es recomendable almacenarlas en un espacio fresco, cerrado y a la sombra, donde se realicen procesos como la limpieza, desinfección y enfriamiento para bajar su temperatura interna. Posteriormente, se debe seleccionar el tratamiento poscosecha más adecuado según el mercado de destino y los requisitos del comprador, asegurando así que las papayas mantengan su calidad durante el almacenamiento.

2.15. Proceso de maduración de la papaya

Después de cosechar las papayas, estas siguen madurando. Durante este proceso, ocurren cambios en su interior, como un aumento en su respiración y en la producción de etileno, que es una hormona natural que impulsa la maduración. También se dan modificaciones en su estructura, como el ablandamiento debido a cambios en los polisacáridos, la degradación de la clorofila que hace que el color verde desaparezca, y la formación de pigmentos gracias a la producción de carotenos. Además, los carbohidratos o almidones se transforman en azúcares, y hay alteraciones en los ácidos orgánicos, las grasas, los compuestos fenólicos y los aromas. Todos estos cambios contribuyen a que las frutas alcancen una textura más suave y una calidad adecuada para su consumo, (Arrieta & Barrera, 2006).

Durante la maduración de las papayas, aumentan los sólidos solubles totales (SST), lo que ocurre porque algunos polisacáridos estructurales, como el almidón y las pectinas de la pared celular, se descomponen en sus componentes más simples. Esto lleva a una acumulación de azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa, que son los principales responsables de los SST (Arrieta & Barrera, 2006).

A medida que esto sucede, también disminuye la acidez en la pulpa, lo que indica un mayor grado de madurez. Las papayas acumulan la mayor parte de sus azúcares en la última etapa de desarrollo en la planta, por lo que es esencial cosecharlas cuando ya presentan al menos un poco de color amarillo. Si se recolectan muy verdes, no maduran de manera adecuada y no logran alcanzar los niveles de azúcar necesarios para un buen sabor (Paull, Nishijima, & Cavaletto, 1997).

2.16. Efectos de la Maduración en la Calidad y Conservación de la Papaya

La papaya, al igual que otras frutas climáticas, experimenta varios cambios físicos y químicos después de la cosecha, los cuales afectan su calidad en aspectos sensoriales, fisiológicos y nutricionales. Durante la fase de maduración, es posible identificar algunos problemas que se presentan en la pre y poscosecha (Gonçalves De Oliveira J, 2011).

Como fruto climático, la papaya sigue madurando después de ser cosechada, produciendo grandes cantidades de etileno y manteniendo un ritmo respiratorio alto) (Sañudo-Barajas J, 2008). La fruta puede cosecharse cuando está en un estado verde-maduro, momento en el que ha alcanzado su máximo desarrollo. En este estado, la cáscara es dura y de color verde claro, y se encuentra bien

adherida a la pulpa, que cambia de blanco a un tono ligeramente amarillo o rojizo, dependiendo de la variedad. Las semillas se tornan negras debido a que han madurado fisiológicamente. Sin embargo, si se cosecha antes de tiempo, la fruta no madurará correctamente (CONAFRUT-FAO, 2018).

Durante la maduración, se producen varios eventos y reacciones, como la degradación de moléculas de alto peso molecular, como el almidón, que se transforman en moléculas de bajo peso molecular, como azúcares y ácidos orgánicos. Además, se generan cambios en el color, el aroma, la síntesis de proteínas y la textura de la fruta, lo que provoca un ablandamiento progresivo que disminuye la vida útil del producto y afecta su calidad comercial (Paull y Chen, 1983) (Gayosso-García LE, 2010).

2.17. Tipos conservación de la papaya

La papaya es un fruto muy delicado y fácil de dañar, ya sea por golpes, por problemas fisiológicos o por microorganismos. Además, se ablanda rápidamente y es muy perecedera, lo que hace necesario buscar tecnologías que ayuden a reducir su deterioro y a extender su vida útil durante la comercialización (DR. Misael., 2018).

Por mucho tiempo, se han usado diferentes productos químicos para este propósito, pero su uso puede causar problemas serios, como daños a los frutos, contaminación ambiental y riesgos para la salud de los consumidores. Además, estos productos no siempre garantizan que las características originales de los alimentos frescos se conserven. Por eso, es importante implementar métodos de conservación que sean más seguros, tanto para el alimento como para quienes lo consumen (DR. Misael., 2018).

Entre las opciones disponibles para conservar la calidad de las papayas y mantener su valor nutritivo se encuentran diversos tratamientos físicos, químicos y gaseosos que cumplen con las normas de seguridad alimentaria. Algunos de los métodos más utilizados incluyen recubrimientos comestibles, agentes antimicrobianos y antipardecimiento, etileno, 1-metilciclopropeno, almacenamiento en atmósferas controladas o modificadas, tratamientos con calor (hidrotérmicos) y baños con sales de calcio.

Este ablandamiento impacta tanto el manejo de los frutos durante la comercialización como su resistencia a enfermedades que pueden aparecer durante el pre y poscosecha. Debido a su

naturaleza perecedera y la rápida maduración que ocurre en un lapso de 6 a 9 días a 25 °C, la papaya tiene un tiempo limitado para su almacenamiento y comercialización. Además, su susceptibilidad a enfermedades poscosecha y los daños causados por temperaturas inferiores a 10 °C reducen aún más su vida útil (Petit-Jiménez D, 2010).

2.18. Color de la cáscara como indicador de maduración en la papaya.

El color de la cáscara es uno de los indicadores más confiables para determinar el grado de maduración en los frutos de papaya (Santamaría-Basulto F, 2009). Durante el proceso de maduración, el color verde de la cáscara disminuye debido a la degradación de la clorofila, lo que permite la aparición de pigmentos amarillos, naranjas y rojizos, generados por compuestos Bioactivos como los carotenoides y antocianinas.

Este cambio de color no solo es un parámetro clave para evaluar la calidad del fruto, sino que también tiene un impacto directo en su aceptación por parte de los consumidores y, en consecuencia, en su valor comercial. Un fruto con una cáscara poco colorida suele asociarse con una calidad inferior, ya que el atractivo visual del producto es fundamental para su percepción en el mercado (Sañudo-Barajas J, 2008).

2.19. Índices de maduración

De acuerdo con (Guzmán, 1998), la cosecha de la papaya se realiza cuando el color de la fruta cambia de verde oscuro a un tono más claro con un ligero matiz amarillo. Este estado de maduración es conocido técnicamente como "faja" y, de manera común, se le llama "pinta" (cuando el fruto empieza a mostrar señales de maduración). Generalmente, los productores utilizan este método cuando la fruta se presenta alrededor de un 6 % de coloración amarilla, la cual suele aparecer en una franja longitudinal iniciando en el extremo de la papaya.

En esta etapa temprana, la fruta es más resistente al manejo postcosecha y menos propensa a sufrir daños mecánicos o ataques de aves, hongos e insectos. No obstante, algunos productores prefieren esperar a que aparezcan dos o tres "pintas", ya que en este punto la maduración es más evidente. La decisión de cuándo cosechar también depende de factores como la distancia a los mercados, la demanda comercial, la cantidad de fruta disponible y los precios del momento.

Para la exportación, se recomienda cosechar la papaya cuando empieza a cambiar de verde a amarillo en la zona de la flor, ya que en este punto el puré de la fruta alcanza un nivel de dulzura entre 10 y 11.5 °Brix (Augstburger, 2000).

Si la papaya se cosecha demasiado temprano, no madura correctamente, lo que afecta su aroma y dulzura natural. Además, tiende a deshidratarse más rápido y su apariencia se deteriora, reduciendo su valor comercial. Por otro lado, si la fruta se recoge en un estado de maduración más avanzado (cuando un cuarto, la mitad o tres cuartos de la cáscara ya es amarilla), su vida útil después de la cosecha es más corta, por lo que suele destinarse únicamente al mercado local (Franco, 2015).

2.20. Cambios Físicoquímicas Durante la Maduración

Durante la maduración, los frutos climáticos como la papaya experimentan un aumento significativo en su tasa de respiración y en la producción de etileno. Esta fase es crucial para la vida útil del fruto, ya que ocurren importantes transformaciones físicoquímicas: los almidones se convierten en azúcares solubles, desaparecen los taninos y otros compuestos responsables del sabor astringente, y se reduce la acidez debido a la degradación de los ácidos orgánicos. . Además, se desarrollan aromas característicos, cambia el color por la degradación de la clorofila, y se sintetizan pigmentos como carotenoides y flavonoides (DR. Misael., 2018).

Bajo condiciones normales, estos procesos son irreversibles, incontrollables y degenerativos, lo que provoca la pérdida de peso y apariencia del fruto. Este deterioro está vinculado con genes dependientes del etileno, que aceleran la senescencia y el daño en los frutos

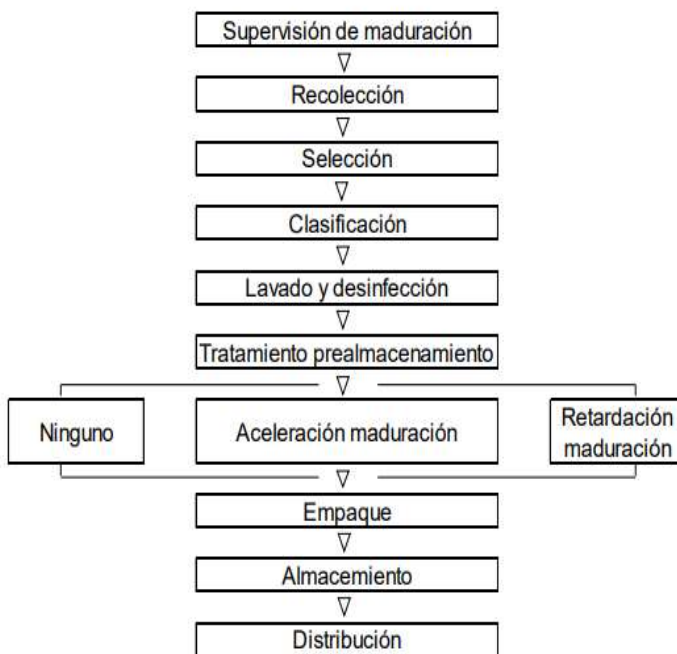
Para contrarrestar estos efectos y extender la calidad del fruto, se han implementado diversas técnicas de conservación poscosecha. Estos buscan mantener las características originales del fruto el mayor tiempo posible, pero deben ser prácticas accesibles, de bajo costo y que no generen complicaciones en las líneas de manejo existentes (DR. Misael., 2018).

2.21. Manejo de poscosecha

La papaya es un fruto muy delicado y cualquier golpe o rozadura puede hacer que su pulpa se suavice, su cáscara se oscurezca y sea más propensa a ser atacada por hongos. Por eso, es súper importante manejarla con mucho cuidado durante el transporte, almacenamiento y cuando se exhibe en los puntos de venta, para evitar daños que afecten su calidad (Arias B. T., 2007).

Para garantizar que las papayas tengan una buena calidad, lo primero es asegurarse de que su manejo sea adecuado desde el cultivo hasta su comercialización (Kader, 2012). Para ello, es fundamental aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en todas las etapas en las que sea posible controlar su producción. Estas prácticas se basan en la idea de que cualquier cosa que entre en contacto con la fruta puede contaminarla, y que la mayoría de los microorganismos patógenos y residuos de pesticidas provienen de los seres humanos, los animales y el uso excesivo de químicos (Siller-Cepeda J., 2002).

El cuidado que se le brinde a la papaya desde que se corta hasta que llega al consumidor es clave para que se conserve en buen estado, mantenga su apariencia y tenga una mayor vida útil. Por eso, es importante tomar precauciones para evitar golpes durante el transporte dentro del campo, el lavado, los tratamientos poscosecha y el traslado a los centros de distribución. Una vez cosechada, la fruta debe envolverse en papel periódico o en espuma de poliuretano para proteger su piel de daños mecánicos, ya que estos pueden acelerar su maduración y facilitar la entrada de hongos que la deterioren (García., 2010).



Fuente: (Arango, 2000).

Diagrama para el manejo de postcosecha

2.22. Selección

La selección de las papayas para su comercialización implica separar aquellas que estén en perfectas condiciones, sin daños causados por microorganismos, insectos, roedores o golpes.

Existen ciertos requisitos mínimos de calidad y tolerancias permitidas para clasificar las papayas (INEN., 2013). Estas deben:

- Estar enteras, con una consistencia firme y apariencia fresca.
- Estar en buen estado, sin signos de pudrición o deterioro que afectan su consumo.
- No presentar residuos extraños ni daños provocados por plagas.
- No tener magulladuras severas, daños por frío, ni olores o sabores inusuales.
- No presentar humedad excesiva en la superficie, excepto lo normal por cambios de temperatura.
- Si conservan el pedúnculo, este no debe medir más de un centímetro y debe estar cortado de manera limpia.
- Contar con un grado de madurez adecuado para garantizar su consumo.

El desarrollo y la calidad de la papaya deben permitir que soporte el transporte y la manipulación sin deteriorarse, asegurando que llegue en buenas condiciones al mercado de destino.

2.23. Lavado

Antes de empacar la papaya, es recomendable lavarla con agua a temperatura ambiente mediante inmersión en agua potable. Este proceso ayuda a eliminar la suciedad del campo y reducir la temperatura del fruto, lo que está demostrado que disminuye los daños durante la postcosecha (Arango, 2000).

El uso de agua fría en el lavado contribuye a mudar parte del calor acumulado en el campo. Para esto, las papayas se sumergen en una solución de agua fría con detergente e hipoclorito de sodio al 0.1 % durante tres minutos. Luego, se trasladan a otro tanque con agua limpia, donde permanecerán por dos minutos adicionales para eliminar cualquier residuo de detergente antes de continuar con el proceso de manejo postcosecha (Franco, 2015).

2.24. Empaque

Según que, para la exportación, las papayas se empaquen en cajas de cartón troqueladas de una sola pieza, con un peso neto de 4.5 kg y una capacidad de 6 a 12 frutas por caja. Estas se colocando en una sola capa con el pedúnculo hacia abajo, ya que esta parte es la última en madurar y soporta mejor el peso (Arias C. &., 2000).

Para proteger la fruta, cada unidad se envuelve en una funda de malla de espuma y se coloca una almohadilla de espuma en el fondo de la caja. Además, entre el 10 % y 15 % de la superficie de la caja debe contar con orificios para ventilación. Finalmente, el traslado se realiza en contenedores refrigerados para mantener la calidad del producto.

2.25. Almacenamiento

Según Arango et al. (2000), el almacenamiento en frío es clave para prolongar la vida útil de la papaya, facilitando su transporte y comercialización. Si se deja a temperatura ambiente, la fruta madura rápidamente y se deteriora en poco tiempo.

Sin embargo, la papaya es sensible a las bajas temperaturas y puede dañarse si se almacena por mucho tiempo a menos de 7 °C. Antes de ingresarla a un almacén refrigerado, es recomendable enfriarla para disipar el calor acumulado durante la cosecha. Dependiendo de su grado de maduración, la papaya puede conservarse entre una y tres semanas en temperaturas de 7 a 13 °C, con una humedad relativa del 85 al 90 %. Además, las frutas completamente maduras toleran mejor el frío en comparación con las que aún no han alcanzado su madurez total. Para que desarrolle su sabor y aroma óptimos, la temperatura ideal de maduración oscila entre 21 y 27 °C.

Según estudios sobre almacenamiento de papaya en condiciones controladas, su almacenamiento es de suma importancia se debe hacerse entre 90 y 95% de humedad relativa y de acuerdo a su maduración.

✚ 13°C para papaya en madurez fisiológica 25% amarilla.

✚ 10°C para papaya parcialmente madura entre 25 y 50% amarilla.

✚ 7°C para papaya madura más del 50% amarilla.

2.26. Miel *Apis mellífera*

Desde tiempos antiguos, la miel de abeja ha sido un producto esencial para el ser humano, utilizado tanto en la alimentación como en la cosmética y la medicina natural. De acuerdo con la FAO, la miel es una sustancia producida por las abejas melíferas (*Apis mellífera*) y sus distintas subespecies. Se elabora a partir del néctar de las flores y otras secreciones vegetales, que las abejas recolectan, transforman y mezclan con enzimas propias, como la invertasa presente en su saliva. Luego, almacenan la miel en los panales hasta que alcanza su madurez y está lista para su consumo (Vit P. et al, 2008).

2.27. Características físicas de la miel

El color de la miel puede variar desde tonos casi transparentes hasta un color oscuro intenso. Esta diferencia se debe a la presencia de pequeños pigmentos naturales, como carotenoides, clorofila y xantofila, que determinan si la miel será más clara o más oscura (Roger Cauich Kumul., 2015).

Contrario a lo que se podría pensar, una miel más oscura no significa que tenga menor calidad. De hecho, se ha comprobado que las mieles oscuras contienen mayores cantidades de minerales como fosfato de calcio y hierro, lo que las hace especialmente beneficiosas para personas en crecimiento, con anemia o aquellas que requieren un alto rendimiento mental. Por otro lado, la miel más clara suele ser rica en vitamina A, mientras que las variedades más oscuras contienen mayores cantidades de vitaminas B1 y C (Roger Cauich Kumul., 2015).

2.28. Composición de la miel de abeja

La composición de la miel puede variar dependiendo de varios factores, como el clima, las características del suelo y el manejo que recibe después de la cosecha. Además, influye el tipo de néctar que recolectan las abejas, ya sea de una sola especie de planta o de una combinación de varias (Pesante, 2007).

Cuadro 3. Propiedades nutricionales de miel de abeja

componente	Promedio (%)	Rango (Min) (%)	Rango (Max) (%)
Agua	18	14	22
Fructosa	36	28	44
Glucosa	33	22	40
Sacarosa	1,3	0.2	7
Maltasa	7,3	2	16
Otros azúcares	1, 5	0, 1	8
Ácidos (glucónico, cítrico, málico, succínico, fórmico, etc.)	0, 57		
Proteína y aminoácidos	0, 26	0, 2	2
Vitaminas, enzimas y hormonas	0, 5 - 1	0, 5	1
Componentes menores (pigmentos, sust. aromáticas, enzimas, etc.)	0, 2	1.5	3
Cenizas (Minerales)	3, 9	0,2	1
pH		3, 2	4, 5

Fuente: (Pesante, 2007). Elaborado (Paredes Francisco., 2010)

En términos generales, la miel está compuesta principalmente por azúcares, que representan alrededor del 77% de su contenido. También contiene agua, minerales (cenizas) y diversas vitaminas, lo que la convierte en un alimento con un alto valor nutricional.

2.29. Apicultura en México

México es uno de los principales productores y exportadores de miel en el mundo. En 2019, produjo alrededor de 61.9 mil toneladas, con los estados de Yucatán, Campeche, Jalisco y Chiapas destacándose como los mayores productores (SADER., 2020).

La apicultura no solo genera beneficios económicos directos, a través de la venta de miel y otros productos de la colmena, sino también indirectos cuando las abejas se utilizan para polinizar cultivos (Alvaro Magaña., 2011). En cuanto a sus beneficios alimenticios y nutricionales, la miel tiene propiedades curativas, y se ha utilizado habitualmente para tratar enfermedades respiratorias (Ramos, 1997). Además, se ha encontrado una relación estrecha entre sus propiedades antibacterianas y antioxidantes y el tipo de plantas de las que proviene (Bogdanov, 2016).

2.30. Importancia económica de la miel en México

En el país, la apicultura es una de las actividades más importantes dentro del sector pecuario, siendo la segunda en generación de divisas gracias a la exportación de miel, principalmente al mercado europeo. De acuerdo con ASERCA, México se posiciona como el quinto mayor productor y el tercer mayor exportador de miel a nivel mundial. (Alvaro Magaña., 2011).

La miel mexicana ha logrado mantenerse en el mercado internacional durante décadas debido a su alta calidad y a la creciente demanda global. Además, factores como la diferencia en el tipo de cambio, la experiencia de los apicultores y la posibilidad de producir sin depender de insumos importados han permitido que México conserve su competitividad en la producción y exportación de miel y otros productos apícolas (Alvaro Magaña., 2011).

2.31. Trabajos realizados con diferente tratamiento en el proceso de postcosecha

El uso de calor como tratamiento poscosecha es una técnica física segura y libre de contaminación que ayuda a controlar insectos y enfermedades en frutas y hortalizas frescas, además de contribuir a mantener su calidad. Este método se ha empleado desde la década de 1920, ya lo largo del tiempo se han realizado estudios sobre la resistencia de los frutos a la aplicación de aire caliente, mostrando que cada especie puede reaccionar de manera diferente (Vázquez E. M., 2010).

Tratamiento con agua caliente: consiste en sumergir la fruta en agua a 42 °C durante 30 minutos y, en los siguientes tres minutos, sumergirla nuevamente a 49 °C.

Tratamiento con vapor: se aplica vapor de agua saturada a 44.4 °C hasta que la temperatura interna de la fruta alcance ese nivel, manteniéndola así durante 8.5 horas.

Tratamiento con aire caliente forzado: se exponen la fruta a temperaturas crecientes en distintas etapas: dos horas a 43 °C, luego dos horas a 45 °C, seguidas de dos horas a 46.5 °C y, finalmente, dos a 49 °C (Vázquez E. M., 2010).

Estos tratamientos no solo ayudan a la conservación de la fruta, sino que también son efectivos para controlar la antracnosis, una de las principales enfermedades poscosecha que afecta a la papaya. De acuerdo con Pérez-Carrillo et al. (2004), la aplicación de aire caliente forzado a 48.5 °C durante cuatro horas, junto con una inmersión rápida de la fruta en TBZ, fue efectiva para combatir esta enfermedad. (Vázquez E. M., 2010).

La aspersión foliar es una técnica que permite la aplicación de nutrientes y compuestos bioactivos sobre el follaje de las plantas, lo cual puede impactar en la calidad de los frutos y su resistencia en condiciones poscosecha. Estudios recientes han demostrado que la aspersión foliar con bioestimulantes mejora tanto la composición bioquímica como la firmeza de frutas tropicales como el mango y la papaya, reduciendo la velocidad de deterioro en almacenamiento (López SP. & Ramírez, 2022).

III. CAPITULO

METODOLOGÍA

3.1. Materiales y Métodos

El trabajo de investigación se realizó en la estructura rustica de la parcela experimental número 1 del Instituto Tecnológico Superior 16 de Calkini en el estado de Campeche (ITESCAM) ubicado en el municipio de Calkini, Campeche en la Avenida Ah Canul S/N por Carretera Federal Campeche-Mérida.

3.2. Material experimental

Se utilizó papayas (*Carica papaya* L.) de variedad maradol que tuvo una fertilización foliar en campo en la parcela experimental 1 del ITESCAM de miel de abeja multifloral del ciclo primavera-verano 2021-2022 bajo tres tratamientos concentraciones distintas de miel 10%, 15% y 20%.

Se recolectaron 66 papayas maradol bajo los tres tratamientos asperjados con miel de abeja multifloral, cada tratamiento contiene 10 a 14 papayas, dando una suman de los 66 papayas que serán pesados y colocados en un lugar seguro, destinadas 12 para la prueba en campo, para hacer el trabajo fue necesario utilizar un pH, un bolómetro, cada papaya fue sacado su pulpa y colocado en cada uno de los materiales para la prueba durante un tiempo estimado con su respectiva repetición.

3.3. Proceso de investigación

Este estudio se llevó a cabo mediante una investigación experimental y de campo, dado que es un tema que aún no ha sido ampliamente explorado y tiene un impacto tanto económico como social en el estado de Campeche y sus alrededores.

Debido al nivel de manipulación de las variables, se utilizó un enfoque mixto que combina el análisis cuantitativo, basado en datos estadísticos de indicadores nacionales, y el cualitativo, a partir de información bibliográfica y antecedentes.

El análisis de las variables se realizó considerando su relación con el objeto de estudio, empleando el método inductivo. Para ello, se aplicó la técnica de estudio de campo junto con la recopilación

y revisión de información documentada. Esta última se obtuvo a través de la consulta de fuentes bibliográficas acerca de postcosecha de papaya maradol.

3.4. Tratamientos

Consistieron en sacar la pulpa de la papaya maradol de los tratamientos 10%, 15%, y 20% para la prueba que se llevara a cabo durante 3 semanas seguidas. En el cuadro 2 se detallan los tratamientos con su % de miel a la cual fueron sometidas.

Cuadro 4. Tratamientos con su respectivo porcentaje de miel multifloral

Tratamientos	% de miel
T0	0 % de miel multifloral
T1	10% de miel multifloral
T2	15 % de miel multifloral
T3	20 % de miel multifloral

Fuente: (Elaboración propia)

Extracción de pulpa

3.5. Siembra en charolas

Antes de sembrar, se desinfectaron las charolas para asegurar las plántulas de cualquier enfermedad. Durante las primeras semanas después de la germinación, es importante prestar especial atención al cuidado de las plántulas, ya que son más delicado a las plagas.

3.6. Germinación de plántulas de papaya

La siembra se llevó a cabo el 18 de agosto de 2022, utilizando dos charolas germinadoras con 200 cavidades cada una, las cuales fueron rellenas con sustrato bocashi. Se colocó una semilla en cada cavidad. Después de siete días, comenzaron a germinar las primeras plántulas. Para favorecer la germinación, las charolas se cubrieron con una lona, funcionando como una cámara de sudor que ayudó a mantener la humedad.

3.7. Aplicación de fertilizantes

En esta etapa, se proporcionaron los nutrientes esenciales para el desarrollo de las plántulas. Se aplicaron fertilizantes como MAP $\frac{1}{2}$, Urea $\frac{1}{2}$ y Potasio $\frac{1}{2}$. Para prevenir enfermedades causadas por hongos, se utilizó Previcur. En los primeros días de germinación, se realizó una fertilización foliar con miel de abeja multifloral. Posteriormente, se aplicaron fertilizantes en pequeñas dosis, incluyendo nitrógeno (urea), fósforo y potasio.

3.8. Preparación del suelo

Para preparar el área de cultivo, primero se limpió el terreno y se removió el suelo hasta una profundidad mínima de 50 cm. Luego, se realizaron hoyos de aproximadamente 30 cm de diámetro y se niveló el terreno para evitar encharcamientos durante el riego. También se dio mantenimiento al sistema de riego y se instalaron las cintillas para su correcto funcionamiento al momento del trasplante.

El trasplante se realizó en la tarde, con una temperatura de 28 °C. Las plántulas medían entre 9 y 15 cm de altura y presentaban un buen grosor en el tallo. Se trasplantaron con una distancia de 1.5 m entre plantas y 1.2 m entre surcos, logrando una densidad de 156 plantas de papaya (Carica papaya) en el campo experimental del ITESCAM. Esto ocurrió a los 17 días de la germinación.

3.9. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, estableciendo repeticiones para cada tratamiento. Se seleccionaron cinco plantas por tratamiento para evaluar variables como diámetro, altura y número de hojas, con mediciones realizadas mensualmente.

La miel se aplicó mediante aspersión foliar, utilizando 1 litro de agua por cada porcentaje de miel cada siete días. Se evaluó el crecimiento y desarrollo de las plantas de papaya (Carica papaya).

Al finalizar el experimento, se recopilaron los datos y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los efectos de los diferentes tratamientos, utilizando un software estadístico.

3.10. Trasplante en el campo

De la germinación se espera 20 días para el trasplante. Y se aplicara la miel Se deben hacer riegos antes de trasplantar para evitar que las plantas sufran estrés. Durante la etapa joven son muy susceptibles a la mayoría de los insectos cortadores, tales como los grillos y las orugas.

Aplicación de previcur para Damping off

Se aplicó 1.5 ml de previcur por un litro de agua para controlar la pudrición de raíz. Desde de trasplante tu vimos problemas con las plantas se aplicó cada 2 días.

3.11. Aplicación de miel de abeja

La aplicación de los diferentes tratamientos con miel de abeja comenzó tres días después de la siembra. Se establecieron cuatro tratamientos:

- **T0 (testigo):** Sin aplicación de miel.
- **T1:** 10 ml de miel de abeja por litro de agua.
- **T2:** 15 ml de miel de abeja por litro de agua.
- **T3:** 20 ml de miel de abeja por litro de agua.

Las aplicaciones se realizaron de manera foliar, con un intervalo de una semana de Haya pasaría de 2 días por semana, durante un período total de siete meses, abarcando las etapas de desarrollo, crecimiento, floración, amarre de frutos y cosecha de las plantas.

3.12. Aplicación de CONFIDOR®

Para el control de plagas, se aplicó el insecticida sistémico CONFIDOR® en una dosis de 0.5 ml por litro de agua mediante aspersión foliar. Además, para prevenir enfermedades, se utilizó jabón potásico en una dosis de 3 ml por litro de agua, aplicado cada 15 días.

3.13. Riego

El sistema de riego y fertilización comenzó siete días después del trasplante, utilizando fertirriego con Venturi. La solución inicial se preparó en un tambo con 100 litros de agua, incorporando los siguientes nutrientes:

- Nitrógeno (urea): 858 g
- Fósforo (MAP): 163 g
- Potasio: 1,600 g
- Lixiviado: 10 L
- Enraizador a base de lentejas: 300 ml

Dos meses después del trasplante, el riego y la fertilización fueron ajustados a dos horas por sesión, utilizando una nueva solución con 100 litros de agua y la siguiente composición:

- Nitrógeno (urea): 1,200 g
- Fósforo (MAP): 500 g
- Potasio: 1,600

3.14. Datos evaluados

Variables monitoreadas para la postcosecha, Las fechas de muestreo para las variables de crecimiento, fueron las siguientes.

Las papayas fueron recolectadas y organizadas según los tratamientos establecidos. Posteriormente, se seleccionaron los frutos a analizar y se cortó un pequeño trozo de cada uno para extraer el jugo y medir las variables de interés: pH, calorimetría, conductividad eléctrica, dureza y grados Brix.

Durante la primera semana de análisis, se observó que los frutos aún estaban verdes, por lo que no fue posible extraer jugo. En esta etapa, únicamente se pudieron medir las variables de dureza y colorimetría.

3.15. Colorimetría.

Para la variable de calorimetría, se utilizó un colorímetro, el cual fue calibrado antes de cada medición. El análisis se centró en la presencia de enzimas en el fruto.

Para la recolección de datos, se tomaron muestras de tres frutos por tratamiento. La medición consistió en colocar la enzima en el colorímetro y retirarla una vez que se produjera un cambio de

color. Este procedimiento se repitió con los frutos restantes, realizando las mediciones cada tres semanas.

3.16. Dureza

Para esta variable, se tomaron muestras de tres frutos por tratamiento. Para la recolección de datos, primero se seleccionó un fruto y se colocó en un lugar seguro. Luego, se posicionó el bolómetro sobre la superficie del fruto y se presionó el botón superior hasta obtener la lectura de dureza. Este procedimiento se repitió cada tres semanas.

3.17. Potencial de hidrógeno (PH)

Para cada tratamiento, se tomará un pequeño trozo de fruto utilizando un cúter, asegurándose de desinfectar todo el material con agua destilada antes de cada uso. Una vez obtenido el trozo de fruta, se retirará la cáscara y se colocará en un exprimidor para extraer el jugo, el cual será recolectado en un recipiente.

Antes de medir el pH, se calibrará el pH-metro utilizando soluciones buffer con valores de pH 10.01, 7.01 y 4.01, asegurando así mediciones precisas. Posteriormente, se procederá a la medición colocando el electrodo del pH-metro dentro del recipiente con el jugo y presionando el botón de lectura hasta obtener un valor estable del pH del fruto.

3.18. C/E conductividad eléctrica

Para esta variable, se tomó un pequeño trozo de fruto por cada tratamiento, utilizando un cúter previamente desinfectado con agua destilada antes de cada uso. Luego, se retiró la cáscara y el fruto se colocó en un exprimidor para extraer el jugo, el cual fue recolectado en un recipiente.

A continuación, se calibró el pH-metro, ya que este también se utilizó para medir la conductividad eléctrica (C/E). Para obtener este dato, se sumergió el electrodo del pH-metro en el jugo y se presionó el botón de medición hasta obtener un valor estable de conductividad eléctrica del fruto.

3.19. Grados Brix

Para esta variable, se tomaron muestras de tres frutos por tratamiento. Se cortó un pequeño trozo de cada fruto utilizando un cúter previamente desinfectado con agua destilada antes de cada uso. Luego, se retiró la cáscara y el fruto se colocó en un exprimidor para extraer el jugo, el cual fue recolectado en un recipiente.

Para medir los grados Brix, se utilizó un refractómetro digital. Antes de su uso, el equipo fue calibrado correctamente. Posteriormente, con ayuda de una pipeta, se extrajo una pequeña cantidad de jugo del recipiente y se depositó sobre la superficie del refractómetro, permitiendo así obtener el porcentaje de sólidos solubles (% Brix) presente en el fruto.

IV. CAPITULO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estadísticas Descriptivas y Homogeneidad de Varianza

Cada tratamiento mostró una media de peso ligeramente distinta, con valores promedio que varían de 1.704 kg a 1.894 kg. Sin embargo, las diferencias entre medias no son estadísticamente significativas. La desviación estándar entre los tratamientos también presenta cierta variabilidad, siendo la más baja en el Tratamiento 2 (0.3136) y la más alta en el Tratamiento 4 (0.5088). La prueba de Levene indicó que existe una diferencia significativa entre las desviaciones estándar de los tratamientos ($p < 0.05$), lo cual sugiere que los datos no cumplen con el supuesto de homogeneidad de varianza, lo que podría afectar la fiabilidad de los resultados del ANOVA (Neter, 1996). Esto sugiere que los tratamientos pueden haber tenido efectos distintos en la variabilidad del peso del fruto, aunque no necesariamente en la media de peso.

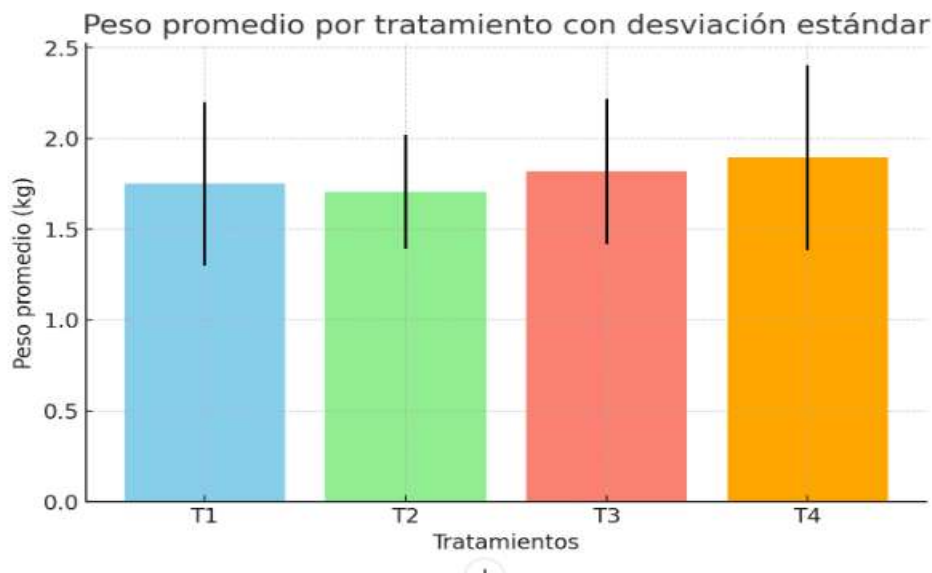


Figura 1. Resultados de los tratamiento mostro un peso distinta ya que el tratamiento 2 fue la más baja y las más alta en el tratamiento 4. Con el porcentaje de miel al 10%, 15% y el 20 %. Como observamos en las grafica el tratamiento 4 con aplicación de 20% de miel de abeja hay diferencias.

4.2. Comparaciones de Medias y Pruebas No Paramétricas

Dado que el análisis de ANOVA mostró falta de significancia en las medias y considerando que los datos presentan sesgo y curtosis fuera del rango aceptable (-2 a +2), se realizaron pruebas adicionales no paramétricas, como la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de la mediana de Mood. Estas pruebas, que no dependen de la distribución normal de los datos, también confirmaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto al peso (valor-p de 0.550 para Kruskal-Wallis y 0.584 para la prueba de la mediana de Mood).

Interpretación Científica de los Resultados

La falta de significancia estadística en los resultados sugiere que los tratamientos aplicados no tienen un efecto considerable en el aumento o disminución del peso de los frutos de papaya. Esto puede deberse a varias razones. Primero, es posible que los tratamientos aplicados no contengan los nutrientes o estimulantes necesarios para influir en el peso de manera significativa. Estudios previos han demostrado que el aumento en el peso de frutos puede depender de factores específicos en el manejo de nutrientes, incluyendo la presencia de fertilizantes ricos en potasio y calcio, que son esenciales para la formación de tejidos en frutos (Fageria, 2010).

Por otro lado, estudios sobre bioestimulantes naturales, como los realizados por (Santamaría, 2005) en papaya, han mostrado efectos limitados en el peso del fruto cuando los tratamientos no contienen compuestos que directamente promuevan el desarrollo de biomasa en los frutos. Además, la variabilidad en la desviación estándar observada en este estudio podría indicar que los tratamientos pudieron haber tenido efectos no uniformes o que el impacto depende de condiciones adicionales, como la calidad del suelo y el régimen de riego, los cuales no fueron controlados en este análisis (Kader, 2004).

Comparación con Otros Estudios

Al comparar estos resultados con investigaciones similares, varios estudios han encontrado que el uso de bioestimulantes y fertilizantes puede influir significativamente en el crecimiento y peso de frutas tropicales. Por ejemplo, (Martínez A. G., 2019) observaron un incremento en el peso de frutos de mango bajo un régimen de fertilización enriquecido con compuestos orgánicos, lo cual sugiere que ciertos nutrientes pueden tener un efecto positivo en el peso del fruto. Sin embargo, este efecto parece estar relacionado con la concentración y tipo de nutrientes utilizados, lo cual

podría explicar por qué el tratamiento con miel de abeja, en este caso, no mostró efectos significativos en el peso de la papaya.

4.3. Grados Brix por tratamiento

El análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de Brix no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, dado que el valor de la razón-F fue de 2.51 y el valor-P fue 0.0819. Esto sugiere que no existen diferencias estadísticamente significativas en las medias de %BRIX entre los cuatro tratamientos aplicados. Los resultados de los promedios para cada tratamiento fueron:

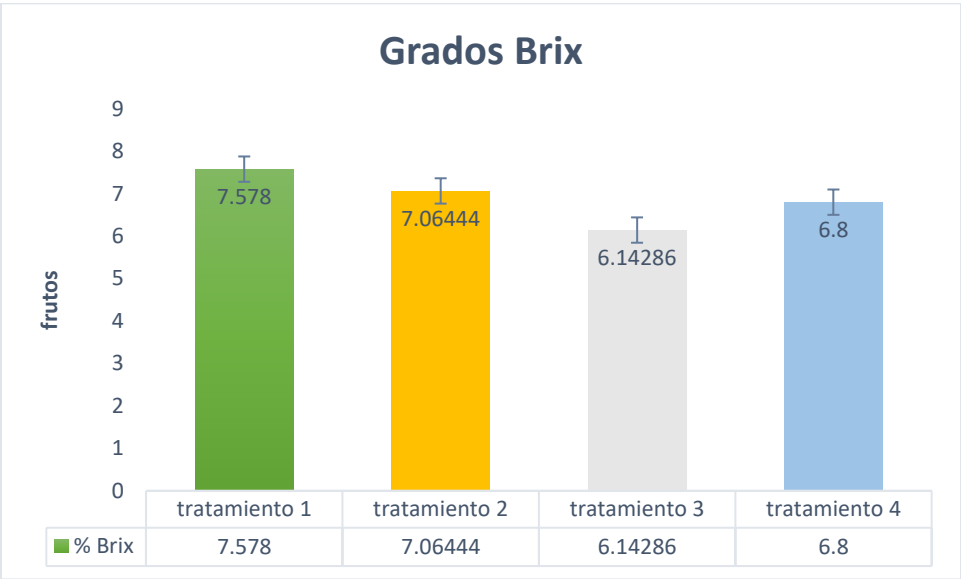


Figura 2. Como podemos observar en la gráfica no hay una diferencia significativa en la aplicación de miel por el porcentaje de grados Brix.

El grado de Brix es una medida comúnmente utilizada para evaluar el contenido de azúcares solubles en los frutos, lo que puede ser un indicador de la calidad y dulzura del fruto. En este caso, aunque los tratamientos generaron variabilidad en los valores de grados BRIX, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto podría sugerir que los tratamientos aplicados no tuvieron un impacto significativo sobre el contenido de azúcares solubles de los frutos de papaya. La falta de diferencias significativas podría explicarse por la homogeneidad de las condiciones de cultivo y el tipo de tratamiento utilizado, que no lograron inducir cambios sustanciales en el contenido de azúcares (Ghosh, 2018).

4.4. Conductividad eléctrica (CE/MS) por tratamiento

El análisis de varianza (ANOVA) de la variable CE/MS (conductividad eléctrica por peso seco) mostró una razón-F de 0.35 y un valor-P de 0.7865, lo que indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Los promedios para cada tratamiento fueron los siguientes:

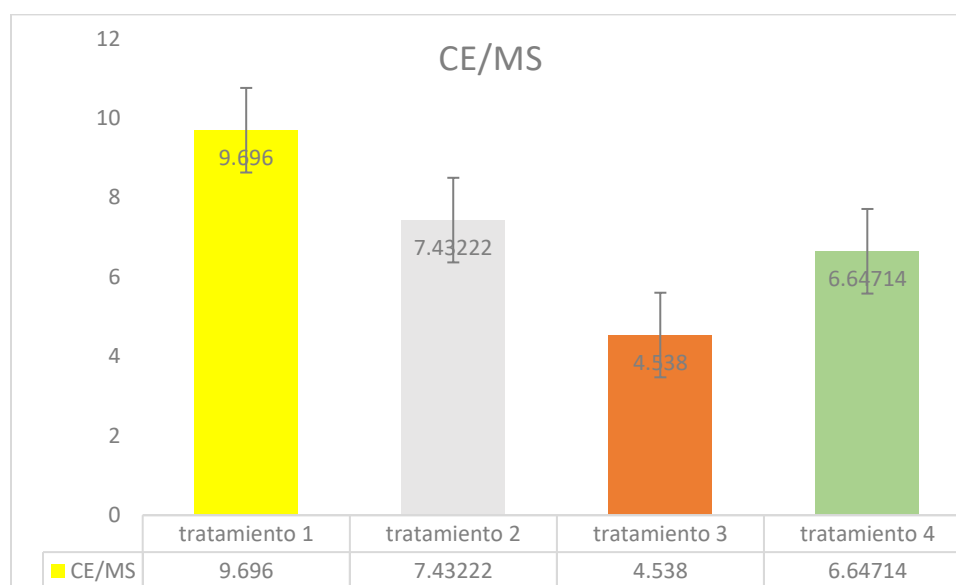


Figura 3. En esta grafica se puede observar que el tratamiento 1 no hay diferencia significativa en la aplicación de miel al 10 %.

La conductividad eléctrica en tejidos vegetales es un indicador de la acumulación de sales y otros solutos solubles, lo que refleja la salud del tejido. Aunque se observó una variabilidad en los valores de CE/MS entre los tratamientos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Esto podría indicar que los tratamientos no tuvieron un impacto evidente sobre la acumulación de solutos en los frutos. Además, la conductividad eléctrica puede ser influenciada por otros factores, como la hidratación o la integridad de las membranas celulares, que no necesariamente dependen del tratamiento aplicado (Ribeiro, 2017).

4.5. Potencial de hidrógeno (pH) por tratamiento

El análisis de varianza para el pH no mostró diferencias significativas entre los tratamientos (valor- $P = 0.2157$). Las medias de los tratamientos fueron:

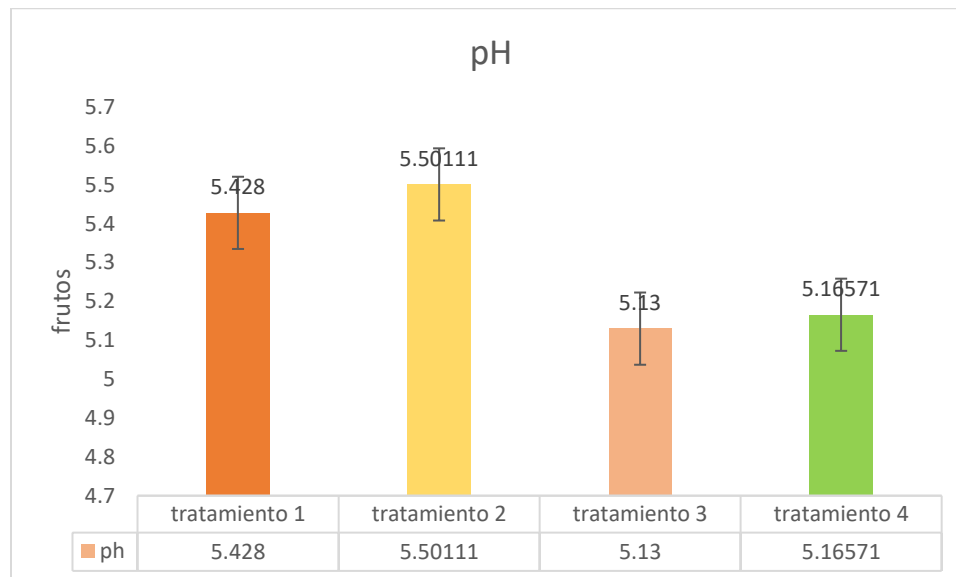


Figura 4. Resultados de pH de cultivo de papaya (*carica papaya*). Con el porcentaje de miel al 10%, 15% y el 20 %. Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

El pH de los frutos es un parámetro crucial, ya que influye en su sabor, textura y conservación. Aunque las medias de pH varían ligeramente entre los tratamientos, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto sugiere que los tratamientos aplicados no tuvieron un impacto sustancial sobre la acidez o alcalinidad de los frutos de papaya. Este comportamiento podría explicarse por la falta de factores en los tratamientos que afecten de manera significativa la acidificación de los frutos, o por la estabilidad del pH en la papaya bajo condiciones de cultivo y postcosecha (Tariq, 2016).

4.6. Dureza por tratamiento

El análisis de varianza para la dureza no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, con un valor-P de 0.7865. Las medias para cada tratamiento fueron las siguientes:

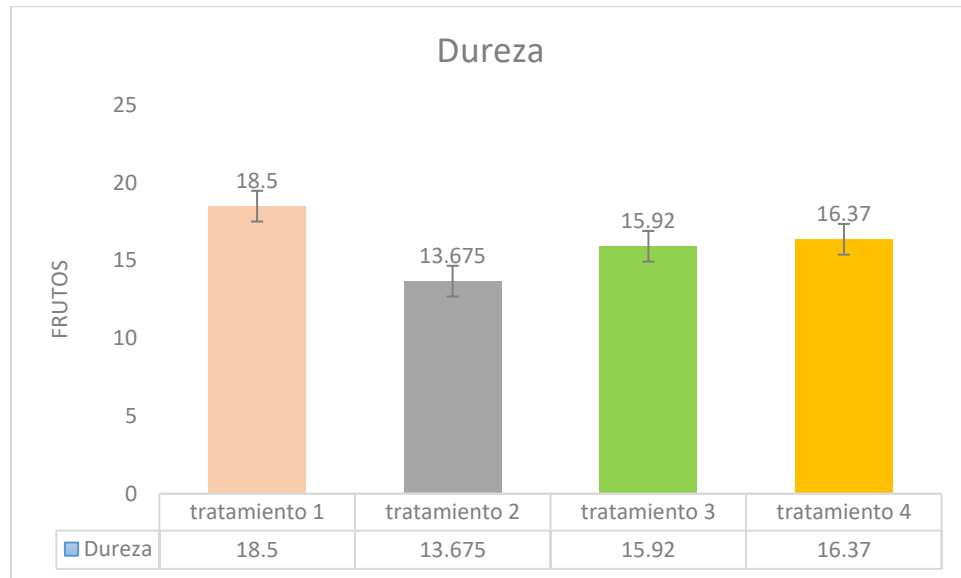


Figura 5. En el muestreo dureza no hubo diferencia significativa para el número de frutos en los tratamientos.

La dureza es un parámetro relevante para evaluar la madurez y la resistencia al manejo de los frutos. La variabilidad observada en la dureza entre los tratamientos podría deberse a factores de manejo postcosecha, pero no fue suficiente para generar diferencias estadísticamente significativas. Esto sugiere que los tratamientos no tuvieron un impacto importante sobre la firmeza de los frutos, lo que podría deberse a la resistencia natural de la papaya a cambios en su dureza bajo las condiciones de este estudio (Teixeira, 2019).

4.7. (L) por tratamiento (luminosidad)

No se observaron diferencias significativas en la luminosidad entre los tratamientos (valor-P = 0.5079). Las medias de los tratamientos fueron:

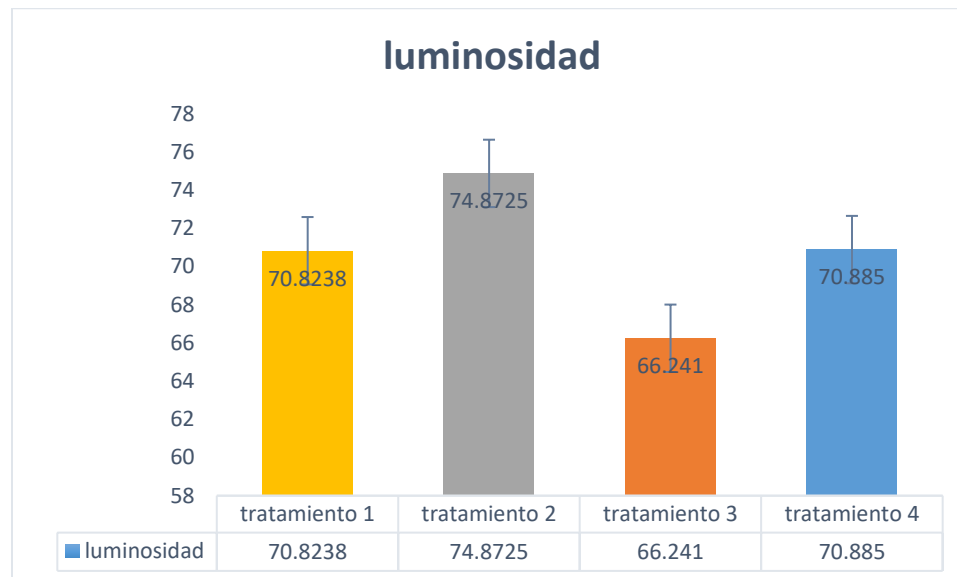


Figura 6. En esta grafica se puede observar que los tratamiento no hay diferencia significativa en la aplicación de miel con el porcentaje al 10%, 15% y el 20 %.

La luminosidad, o brillo, de los frutos está directamente relacionada con su apariencia y frescura. La falta de diferencias significativas en la luminosidad entre los tratamientos sugiere que estos no tuvieron un efecto notable sobre la apariencia visual de los frutos. Esto podría deberse a que los tratamientos utilizados no indujeron cambios en las características visuales de los frutos o que estos no son sensibles a los factores involucrados en los tratamientos aplicados (Yusuf, 2020).

V. (A) por tratamiento (Componente de color rojo en CIELAB)

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable **a** (componente de color rojo en el espacio de color CIELAB) mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (valor-P = 0.1547). Los promedios para cada tratamiento fueron:

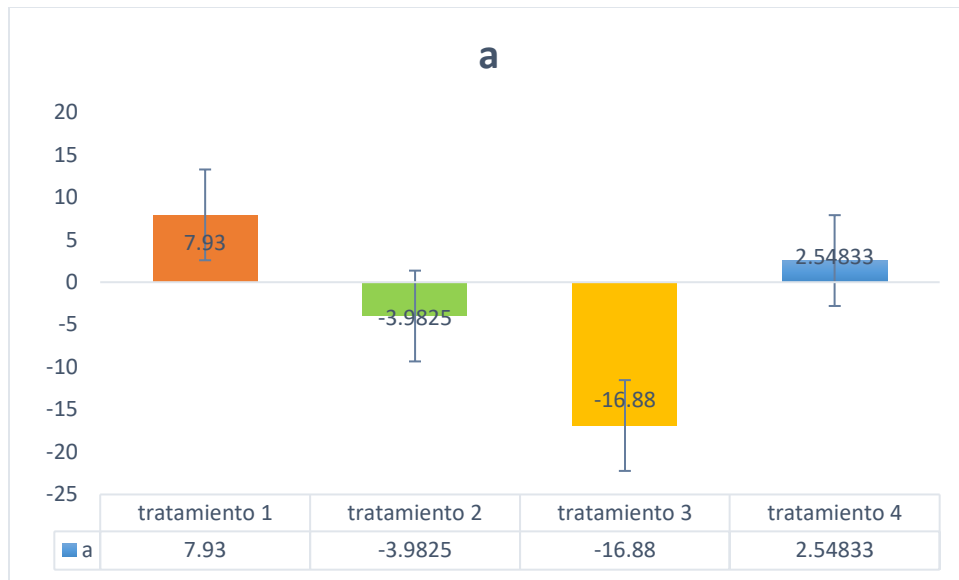


Figura 7. Resultados de (A) en colorimetría de cultivo de papaya (*Carica papaya*). Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

El valor de la variable **a** corresponder a la intensidad del color rojo en los frutos de papaya. Se observa que los tratamientos 2 y 3 presentaron valores negativos, lo que indica una posible alteración en la pigmentación hacia el verde o un cambio significativo en la coloración, mientras que los otros tratamientos mostraron valores positivos. Aunque se notaron variaciones, los resultados no fueron estadísticamente significativos, lo que sugiere que los tratamientos no indujeron cambios consistentes en la coloración roja del fruto. Esta falta de diferencias podría estar relacionada con la estabilidad del color de la papaya en las condiciones de almacenamiento y las características del tratamiento (Buitrago, 2019).

5.1. (B) por tratamiento (Componente de color amarillo en CIELAB)

El análisis de varianza para la variable **b** (componente de color amarillo en el espacio CIELAB) mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (valor-P = 0.9215). Los promedios de cada tratamiento fueron:

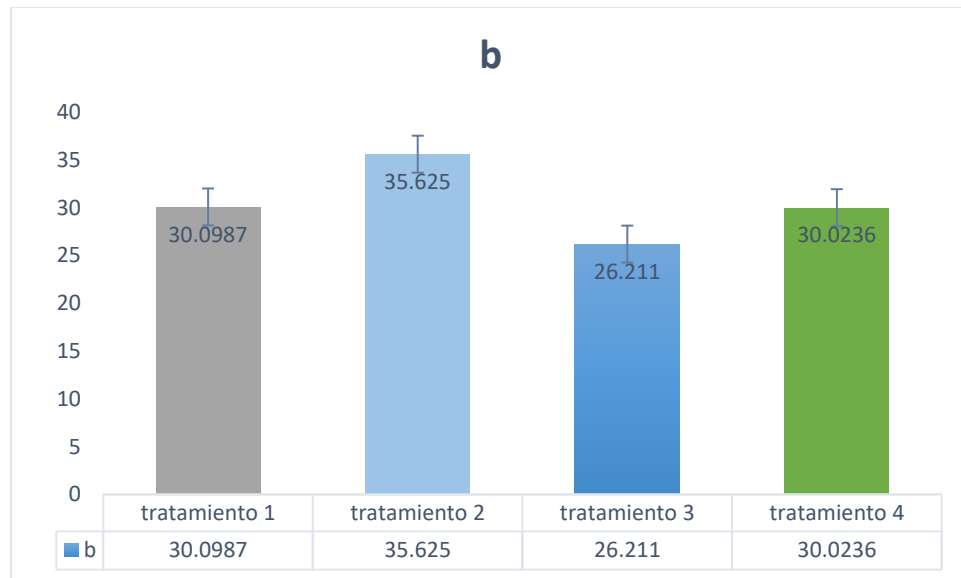


Figura 8. Como podemos observar en la gráfica no hay una diferencia significativa en la aplicación de miel de la variable (b) en los frutos.

La variable **b** refleja la intensidad del color amarillo en los frutos de papaya. Aunque se observó variabilidad en las medias de los tratamientos, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. Este resultado indica que el color amarillo de los frutos no fue afectado por los tratamientos de manera considerable. Esto sugiere que las condiciones de almacenamiento y el tipo de tratamiento no fueron lo suficientemente fuertes como para generar alteraciones significativas en la coloración amarilla (Santos, 2020).

VI. (C) por tratamiento (Componente amarillo-verde en CIELAB)

El análisis de varianza para la variable **c** (componente amarillo-verde en el espacio CIELAB) también mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (valor-P = 0.7825). Las medias de los tratamientos fueron:

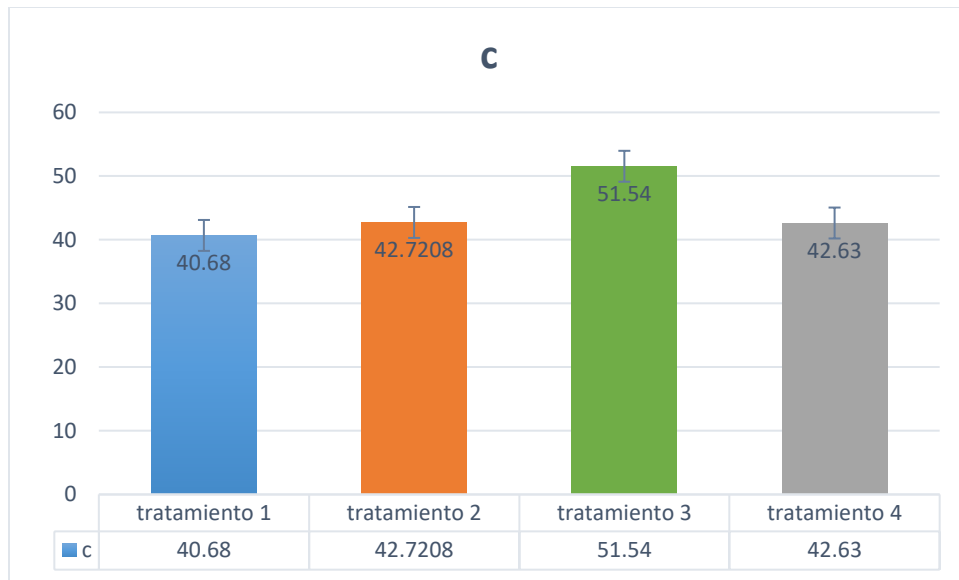


Figura 9. En esta grafica se puede observar que los tratamiento no hay diferencia significativa en la aplicación de miel con el porcentaje al 10%, 15% y el 20 %.

La variable **c** indica el componente amarillo-verde del color, lo que está relacionado con la madurez del fruto. El tratamiento 3 mostró el valor más alto, lo que sugiere una mayor tendencia hacia un color más verde, mientras que los otros tratamientos se mantuvieron en un rango más moderado. A pesar de esta diferencia, los resultados no fueron estadísticamente significativos. Esto puede indicar que los tratamientos no indujeron cambios sustanciales en el proceso de maduración o que la papaya tiene una tendencia natural a estabilizar su color, independientemente del tratamiento aplicado (Zhang, 2018).

6.1. (H) por tratamiento (Ángulo de matiz en CIELAB)

El análisis de varianza para la variable **h** (ángulo de matiz en el espacio CIELAB) mostró que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (valor-P = 0.9084). Las medias de cada tratamiento fueron:

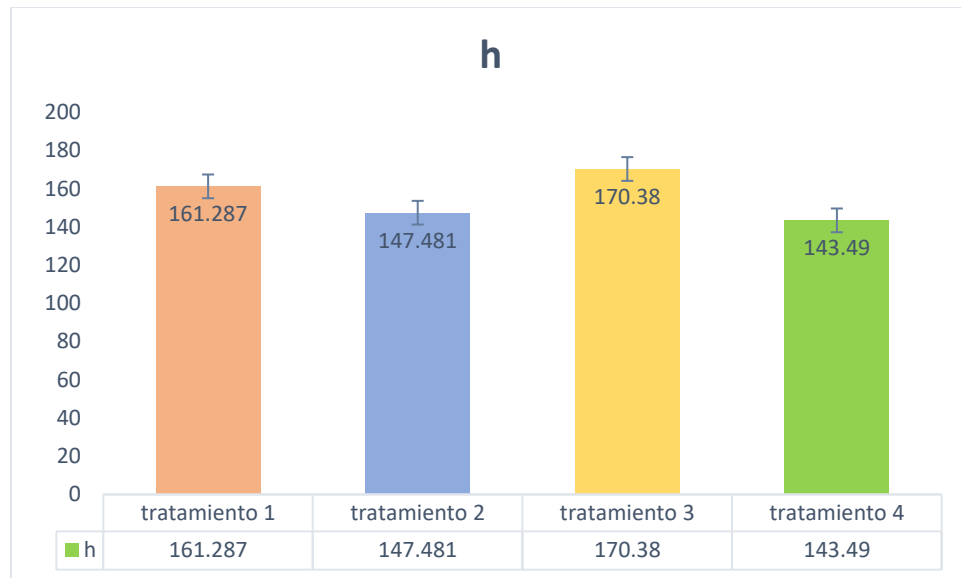


Figura 10. Resultados de (h) en colorimetría de cultivo de papaya (*Carica papaya*). Como observamos en las grafica no mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

El ángulo de matiz (**h**) se utiliza para evaluar la tonalidad general del color del fruto. A pesar de la variabilidad observada en los valores de **h** entre los tratamientos, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa. Los tratamientos aplicados no tuvieron un impacto notable en el ángulo de matiz, lo que sugiere que no afectaron la percepción del color de manera importante. Este comportamiento es consistente con la idea de que los factores de tratamiento no son suficientemente fuertes para modificar la tonalidad general del fruto (Ribeiro, 2017).

6.2. Conclusión

En este estudio se evaluaron diferentes variables relacionadas con la calidad de los frutos de papaya bajo la aplicación de distintos tratamientos postcosecha. Los resultados obtenidos de los análisis de varianza (ANOVA) mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la mayoría de las variables estudiadas, lo que sugiere que los tratamientos aplicados no tuvieron un impacto considerable sobre las características físicas y de color de los frutos de papaya.

Los tratamientos evaluados en este estudio no mostraron un efecto significativo en el peso de los frutos de papaya Maradol, lo cual sugiere que es posible que se requiera una mayor concentración de nutrientes o la combinación de diferentes tratamientos para lograr un impacto visible en este parámetro.

%BRIX (contenido de azúcares): A pesar de las variaciones observadas, los tratamientos no indujeron diferencias significativas en el contenido de azúcares solubles, lo que sugiere que los tratamientos no afectaron de manera relevante la calidad sensorial en términos de dulzura de la fruta.

CE/MS (conductividad eléctrica por peso seco): No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que indica que estos no influyeron en la acumulación de solutos en los frutos, un parámetro relevante para la conservación y la salud del tejido vegetal.

PH (acidez de la fruta): El pH de los frutos no mostró cambios significativos entre los tratamientos, lo que sugiere que los tratamientos no tuvieron un efecto sustancial sobre la acidez o alcalinidad de los frutos de papaya.

Dureza (firmeza de la fruta): Similar a las otras variables, no se detectaron diferencias significativas en la dureza, lo que indica que los tratamientos no afectaron la resistencia de los frutos al manejo o su textura.

Variables de color (a, b, c, h): Las variables de color, que incluyen los componentes rojo, amarillo, amarillo-verde y el ángulo de matiz, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

6.3. Referencias Bibliograficas

Albores Flores., V. J., & J, G. C. (2023). Miel como inductor de compuestos fenolicos, flavonoides y de crecimiento de fruto de mango var. ataúlfo. *Universidad Autónoma de Chiapas. Instituto de Biociencias. Chiapas, México*, 134-143 pág.

Alvaro Magaña., P. (2011). *La actividad apícola en México: Caso del estado de Campeche, 1999-2009. Monografía de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.*

Arango, L. R. (2000). El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia. *Corpoica. Colombia: Lito Process*, 5-25.

Arias, B. T. (2007). *Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales*. Obtenido de (FAO). www.fao.org/documents/content/.pdf

Arias, C. &. (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*, 1, , 3-16.

Arrieta, A., & Barrera, U. B. (2006). Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano “Papocho” (Musa ABB Simmonds). *Revista Agronomía Colombiana*. 24(1): 48–53.

Augstburger, F. B. (2000). Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico. *Alemania: Asociación Naturland*, 9-14.

Bhattarai, K. V. (2004). Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient. *J. Biogeogr.*31:389-400

[file:///C:/Users/kantu/Downloads/Producci%C3%B3n+y+manejo+del+cultivo+de+papaya+\(Carica+papaya+L.\)+.pdf](file:///C:/Users/kantu/Downloads/Producci%C3%B3n+y+manejo+del+cultivo+de+papaya+(Carica+papaya+L.)+.pdf).

Chi, L. &. (2020). Diversidad de hongos endófitos asociados a una variedad comercial de Carica papaya L. en la península de Yucatán. *Centro de Investigación Científica de Yucatán. repositorioinstitucional.mx*.

CONAFRUT-FAO. (2018). *Comisión Nacional de Fruticultura. Manual de manejo poscosecha de frutos tropicales: Manejo poscosecha de la papaya*. Obtenido de <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm#toc>.

Crisitna Elizabeth., C. (2016). Facultad de ciencias pecuarias . “*utilización de tres tipos de recubrimientos comestibles en la conservación postcosecha de Carica papaya l. (papaya)*”.

DR. Misael., O. V. (2018). *Efecto de la aplicación de un tratamiento hidrotérmico y cloruro de calcio sobre la calidad poscosecha, el contenido de compuestos bioactivos, la actividad enzimática y la capacidad antioxidante en frutos de papaya cv. Maradol*. Obtenido de file:///C:/Users/kantu/Downloads/08_Lopez_Zazueta_Blanca_Alicia.pdf

Fageria, N. K. (2010). *Advances in nutrient management for sustainable crop production*. CRC Press.

FAO. (2022). The papaya industry in Latin America and the Caribbean: Development and sustainability challenges. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Disponible en <https://www.fao.org>.

FAOSTAT. (2007). *Estadísticas de la papaya Maradol*. Obtenido de <http://faostat.fao.org>

FAOSTAT. (2018). *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de Base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.: : <http://faostat.fao.org>. Consultado el 14 de marzo del 2018

Franco, A. (2015). Prácticas de precosecha y cosecha que influyen en la poscosecha. *Bogotá*, 3-19.

García, M. (2010). *Guía técnica del cultivo de la papaya*. El Salvador.

García., M. (2010). Guía técnica del cultivo de la papaya,. En C. N. Córdova”, (CENTA). *EL Salvador*.

Gayosso-García LE, Y. E.-T.-A. (2010). Effect of Maturity Stage of Papaya Maradol on Physiological and Biochemical Parameters. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 5: 194-203.

Ghosh, A. e. (2018). Influence of agricultural practices on the quality of papaya. *Journal of Food Science and Technology*, 55(5), 1910-1916.

Gonçalves De Oliveira J, P. V. (2011). Papaya: Nutritional and pharmacological characterization, and quality loss due to physiological disorders. *Food Research International* 44: 1306-1313. .

Guzmán, G. (1998). Guía para el cultivo de la papaya. San José - Costa Rica. *San José - Costa Rica.*, 3-27.

INEN., n. E. (2013). NTE INEN 2788: Norma para la papaya (CODEX STAN 183-1993, MOD), Pub. L. No. NTE INEN 2788 (2013). . *Ecuador: Norma Técnica Ecuatoriana.*

Jiménez, V. M.-N.-S. (2014). Biology of the papaya plant. . *In Genetics and genomics of papaya, Springer, New York, NY*, pp. 17-33.

Kader, A. A. (2004). Recommendations for maintaining postharvest quality . *Papaya Produce Facts, University of California, Davis.*

López SP. & Ramírez, V. (2022). Efectos de la aspersión foliar en la calidad postcosecha de frutas tropicales. *Agricultura y Ciencia*, 50(4), 200-215.

López Velázquez, J. G. (2023). Identificación de compuestos con actividad Antifúngica en plantas nativas del estado de Sinaloa y su uso potencial para inhibir Antracnosis en papaya. *uas.edu.mx.*

Lurie S. y Mitcham, E. (2007). Physiological responses of agriculture commodities to heat treatments. In J. Tang, E. Mitchan, S Wang and S. Lurie (eds). *Heat treatments for postharvest pest control: theory and practice. CAB International United States United*, 79-104 p.

Maderos E. (1991). Fruticultura. Editorial pueblo y educación. La Habana, Cuba.

Martínez, A. G. (2019). Uso de compuestos orgánicos en la maduración de mango: un análisis de conductividad eléctrica. *Revista Agrícola Tropical*, 20(4), 312-320.

Martínez, H. X. (2016). “Análisis de la cadena productiva de la papaya (Carica papaya L.) En el municipio de Aquila Michoacán”. *Tesis de ingeniero agrónomo administrador.*, 92 p.

Mirafuentes H F. (1997). Manual para producir papaya en Tabasco. *SAGAR.INIFAP. CIGORC-CE. Huimanguillo, División Agrícola. Folleto para productores. Num.9. Villahermosa, México.*

Mustaffa-Hamzah, H. O.-T.-G. (2013). Carrageenan as an alternative coating for papaya (Carica papaya L. cv. Eksotika). *Postharvest Biology and Technology. ELSEVIER* 75, 142-146.

Nakasone H. Y. & R. E. Paull. (1998). Papaya. In. Tropical fruits. *New Cork: Ed. CAB International*, pp. 239-269.

Neter, J. K. (1996). Applied linear statistical models. Irwin.

Pandey et al. (2022). Improving yield and quality of papaya through pre-harvest foliar application of plant growth regulators. *Improving yield and quality of papaya through pre-haThe Pharma Innovation Journal*, 11(4), 3421-3431.

papayas anaya. (2012). <http://Papayasanaya.com>. *características y cultivo de la papaya maradol*.

Paredes Francisco., X. B. (2010). elaboracion de vino claromiel a partir de utilización de miel de abeja y néctar de frutas en sector pomasqui “la pampa”. *facultad de ingenierías y ciencias agropecuarias*. obtenido de facultad de ingenierías y ciencias agropecuarias.

Paull, R., Nishijima, W., & Cavaletto, M. R. (1997). Postharvest handling and losses during marketing of papaya (Carica papaya L. *Postharvest Biology and Technology* 11:165–179.

Pérez, A. M. (2014). Efecto de Recubrimientos Bioactivos y de Ceras Comerciales Sobre la Calidad Poscosecha de Papaya Maradol. *Universidad Autónoma de Querétaro*.

Pesante, D. (2007). *Composición de la Miel de Abejas*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/dpesante/5355/lamieldeabejas.PDF>

Petit-Jiménez D, T. Y.-H.-R. (2010). Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de Papaya. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11: 37-42.

Ramos, E. J. (1997). The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural áreas of Mexico. *Ecology of Food and Nutrition* .

Ribeiro, J. R. (2017). Conductivity of papaya fruits under different postharvest conditions. *International Journal of Postharvest Technology*, 2(3), 89-95.

Rodríguez J. & Gómez, L. (2020). Manejo poscosecha de la papaya: factores que afectan su vida útil. *Revista de Agricultura Tropical*, 28(3), 123-135.

Rodríguez, N. A. (2002). Producción Económica de papaya Maradol. *FUPPUE - ITa 32 – INIFAT*, 178 p.

Roger Cauich Kumul., J. C. (2015). *Potencial antioxidante de la miel de Melipona beecheii y su relación con la salud*. Obtenido de Departamento de Ingeniería Química-Bioquímica, Instituto Tecnológico de Mérida, Mérida, Yucatán: file:///C:/Users/kantu/Downloads/04revision04.pdf

SADER., [. d. (2020). *Prensa. Comunicado número 079*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/produjo-mexico-61-9-mil-toneladas-de-miel-en2019-que-representa-6-1-por-cienprodujo-mexico-61-9-mil-toneladas-de-miel-en-2019-que-representa-6-1-por-ciento-mas-que-el-promedio-de-los-ultimos-10-anos-to-mas-que-el-prome>

Saeed, F. A. (2014). Nutritional and phyto-therapeutic potential of papaya (*Carica papaya* Linn.). *an overview. International Journal of Food Properties*, 17(7), 1637-1653.

Sagarpa. (1999). Papaya y Maíz. *Revista claridades agropecuarias*, 67.SAGARPA. (2012). *sagarpa.gob.mx. Abril de 2012*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura> (último acceso: 11 de Abril de 2012)

Sánchez Olvera, Á. (2003). Aplicación de Tecnología Incluyendo Labores de Cultivo en el Sistema de Producción de Papaya Maradol“. *Memoria de Licenciatura, UAAAN, Buenavista. Saltillo, Coahuila*.

Santamaría, J. e. (2005). Evaluación de los cambios de apariencia y sólidos solubles totales de papaya Maradol durante su maduración poscosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.

Santamaría-Basulto F, S.-D. E.-P. (2009). Postharvest ripening and maturity indicesfor Maradol papaya. *Interciencia* 34: 583-588. .

Santos FA. & Hernández, P. (2019). Aplicación de productos naturales en la conservación de fruta: Miel de abeja como alternativa. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 45(2), 145-153.

Sañudo-Barajas J, S. J.-E.-M.-Á. (2008). Ripening control of papaya (*Carica papaya* L.) fruits with 1- methylcyclopropene and 2-chloroethyl phosphonic acid. *Revista Fitotetica de México* 31: 141-147.

Sebastian. (2024). Response of fertigation and foliar sprays on yield and fruit quality of papaya variety Surya. *Biological Forum – An International Journal*, 16(1), 53-58.

SIAP, S. d. (2019). Resumen Nacional de Producción. Estadísticas de Producción. SAGARPA-SIAP. México, D.F. México. 29.

SIAP. (2016). *Servicio de información agroalimentaria y pesquera*. Obtenido de Cierre de producción agrícola por cultivo: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do

SIAP., S. d. (2021). Informe sobre la situación de los suelos agrícolas y uso de tecnología en México. *Gobierno de México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap>.

Siller-Cepeda J., B.-S. M.-B.-S. (2002). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. En SAGARPA (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación*). México.

Tariq, M. e. (2016). Effect of postharvest treatments on the pH of papaya fruits. *Journal of Agricultural Science*, 8(2), 56-63.

Teixeira, M. F. (2019). Impact of postharvest practices on the firmness of papaya. *Food Science and Nutrition*, 6(8), 2225-2232.

Vaca Castro, C. E. (2022). Evaluación del efecto antifúngico del bicarbonato de sodio para el control de antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en el periodo poscosecha. *utc.edu.ec*.

Vázquez, E. M. (2010). *Producción y manejo postcosecha de papaya maradol en la planicie Huasteca. Libro técnico 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste*.

Vázquez, E. R. (2010). Generalidades del cultivo de papaya en el sur de Tamaulipas, México. *Revista fitotecnica mexicana.*, 31. (3) 45- 48.

Vega, B. P. (2022). “Evaluación de las bacterias ácido lácticas con capacidad probiótica . *espe.edu.ec*.

Vit P. et al. (2008). *Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio*. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16252/1/ff2008suescun.pdf>

6.4. Anexos

Figura 11. Aplicación de miel dos veces a la semana por diferentes porcentaje al 10%, 15% y al 20 %.



Figura 12 fertirrigación del cultivo de papaya con la ayuda de un Venturi.



Figura 13 cosechas de papaya maradol (Carica papaya).



Figura 14. Resultados de aplicación de miel de abeja en postcosecha.



Figura 15. Extracción de pulpa de papaya maradol (Carica papaya).



Figura 16. Medición de pH, dureza, conductividad eléctrica, % Brix, colorimetría.





Figura 17. Materiales utilizados.

