



**“Análisis del efecto combinado de la aspersión foliar de  
miel de abeja multifloral y la inmersión en agua caliente  
en semillas de papaya maradol a 100°C”**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**ESPECIALIDAD:**

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**PRESENTA:**

**EDUIN DAMIAN CAUICH ORTIZ**

**ASESORES:**

**DR. FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**

**DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDÁRIZ**

**CALKINI, CAMPECHE, MÉXICO**

**2025**



**“Análisis del efecto combinado de la aspersión foliar de  
miel de abeja multifloral y la inmersión en agua caliente  
en semillas de papaya maradol a 100°C”**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**ESPECIALIDAD:**

**SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

**PRESENTA:**

**EDUIN DAMIAN CAUICH ORTIZ**

**ASESORES:**

**DR. FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**

**DR. MARIO BEN-HUR CHUC ARMENDÁRIZ**

**CALKINI, CAMPECHE, MÉXICO**

**2025**



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



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/03/25/631

INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

## CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

**C. EDUIN DAMIAN CAUICH ORTIZ 7296**  
**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: **"ANÁLISIS DEL EFECTO COMBINADO DE LA ASPERSIÓN FOLIAR DE MIEL DE ABEJA MULTIFLORAL Y LA INMERSIÓN EN AGUA CALIENTE EN SEMILLAS DE PAPAYA MARADOL A 100° C"**.

### ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®  
Sabiduría, Fortaleza de 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. 24900 Tel. 996-8134870,  
e-mail: [se\\_dcalkini@tecnm.mx](mailto:se_dcalkini@tecnm.mx) | [itescam.edu.mx](http://itescam.edu.mx)



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco el apoyo incondicional de mis asesores que están ayudándome en este proyecto estando en los mejores y peores momentos de mis últimos semestres, , muchas gracias a ellos por estar en los momentos que me sentía agotado y que estaba por rendirme, este trabajo es de igual forma por ellos

Agradezco la compañía de mi familia en especial a mi padre José Alfredo cauich Caamal y de mi madre Brenda leticia Ortiz chi por estar conmigo en todo momento, de igual forma a mis amigos y maestros, es por ello que les dedico de todo corazón este trabajo, 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.

Mis hermanos, son lo que quiero en esta vida, por esa razón cada esfuerzo que hago y realizo es pensando en ellos, para que tengan un ejemplo de superación personal, a pesar de todas las dificultades que hemos tenido están conmigo para ser mi felicidad, gracias por sus sabios consejos de vida.

## **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.

Gracias a DIOS, por ser el guiador de mi camino, de igual forma es dedicada a mis AMIGOS que sin su valioso apoyo no estaría en estos momentos de mi vida.

En especial a mis valiosos padres: José Alfredo cauich Caamal y Brenda leticia Ortiz chi , en general a toda mi familia ya que fueron y serán una parte fundamental de mi vida, que durante estos 4 años y medio 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, pero que sin duda alguna a sus consejos y apoyo logre salir adelante, no descarto los momentos de alegría y felicidad que sin duda alguna fueron increíbles al sentir esa satisfacción de poder culminar trabajos y proyectos que hicieron sacar todo mi potencial y dar lo mejor de mí, pero con mucho orgullo puedo decir que he logrado una meta, un sueño el poder culminar mis estudios gracias a Dios

## CONTENIDO

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPITULO I.</b>                                | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUCCION</b>                               | <b>1</b>  |
| <b>1.1 ANTECEDENTES</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>             | <b>2</b>  |
| <b>1.3 OBJETIVOS</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>1.4 JUSTIFICACIÓN</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>CAPITULO II.</b>                               | <b>6</b>  |
| <b>MARCO TEORICO</b>                              | <b>6</b>  |
| <b>2.1 ORIGEN DE LA PAPAYA</b>                    | <b>6</b>  |
| <b>2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA</b>    | <b>7</b>  |
| <b>2.3 HABITO DE CRECIMIENTO</b>                  | <b>7</b>  |
| <b>2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PAPAYA</b>      | <b>8</b>  |
| <b>2.5 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES</b>             | <b>9</b>  |
| <b>2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPAYA</b>       | <b>10</b> |
| <b>2.7 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PAPAYA</b>     | <b>11</b> |
| <b>2.8 CONCEPTO DE SEMILLA</b>                    | <b>12</b> |
| <b>2.9 CALIDAD DE SEMILLA</b>                     | <b>13</b> |
| <b>2.10 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE SEMILLAS</b> | <b>13</b> |
| <b>2.11 CAPACIDAD DE GERMINACIÓN</b>              | <b>14</b> |
| <b>2.12 VIGOR</b>                                 | <b>14</b> |
| <b>2.13 LATENCIA</b>                              | <b>15</b> |
| <b>2.14 MIEL APIS MELÍFERA</b>                    | <b>15</b> |
| <b>2.15 COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MIEL</b>  | <b>16</b> |
| <b>2.16 IMPORTANCIA DE LA MIEL EN MÉXICO</b>      | <b>16</b> |

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.17 IMPORTANCIA DE LA MIEL EN LA AGRICULTURA .....                      | 17 |
| 2.18 PROPIEDADES DE LA MIEL DE ABEJA .....                               | 17 |
| 2.19 EFECTOS DE LA MIEL DE ABEJA EN LAS PLANTAS.....                     | 17 |
| 2.20 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA MIEL DE ABEJA EN LAS PLANTAS.....        | 18 |
| 2.21 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL CARBOHIDRATOS .....                  | 18 |
| 2.22 USO DE MIEL DE ABEJA EN CULTIVO DE ORNAMENTALES.....                | 19 |
| 2.23 SUELOS .....                                                        | 20 |
| 2.24 LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....                                     | 20 |
| 2.25 IMPORTANCIA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO .....                | 20 |
| 2.26. FITOTOXICIDAD. ....                                                | 21 |
| 2.27 FASES DEL COMPOSTAJE.....                                           | 21 |
| 2.28. FASE MESÓFILA.....                                                 | 22 |
| 2.29 FASE TERMÓFILA O DE HIGIENIZACIÓN. ....                             | 22 |
| 2.30 FASE DE ENFRIAMIENTO O MESÓFILA II. ....                            | 23 |
| 2.31 FASE DE MADURACIÓN.....                                             | 23 |
| 2.32 FERTILIZACIÓN.....                                                  | 23 |
| 2.33. PLAGAS Y ENFERMEDADES: .....                                       | 24 |
| 2.34 SALTA HOJAS (EMPOASCA PAPAYAE & E. STEVENSI).....                   | 24 |
| 2.35 ÁCAROS ARAÑA ROJA (TETRANYCHUS SP.) .....                           | 24 |
| 2.36 MOSCA BLANCA .....                                                  | 25 |
| 2.37 THRIPS .....                                                        | 25 |
| 2.38 PHYTOPHTHORA.....                                                   | 25 |
| 2.39 ANTRACNOSIS (COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES).....                    | 26 |
| 2.40 BUNCHY TOP .....                                                    | 26 |
| 2.41VIRUS RING SPOT.....                                                 | 26 |
| 2.42TRABAJOS REALIZADOS CON SEMILLAS BAJO INMERSIÓN EN AGUA CALIENTE ... | 27 |
| CAPITULO III. ....                                                       | 28 |
| METODOLOGIA .....                                                        | 28 |
| 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS .....                                           | 28 |
| 3.2 CLIMA .....                                                          | 28 |
| 3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL.....                                           | 29 |
| 3.4 PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....                                        | 29 |
| 3.5 TRATAMIENTOS .....                                                   | 30 |
| 3.6 EXTRACCIÓN DE SEMILLA .....                                          | 30 |
| 3.7 INMERSIÓN EN AGUA CALIENTE A 100°C .....                             | 31 |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.8 EXPERIMENTO EN LABORATORIO PARA PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.....                         | 32 |
| 3.9 LOCALIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....                                               | 32 |
| 3.10 MATERIAL EXPERIMENTAL DEL SEMBRADO DE LA PAPAYA DONDE FUE SACADO<br>LAS SEMILLAS..... | 32 |
| 3.11 PRUEBA DE FLOTACIÓN SEMILLAS .....                                                    | 33 |
| 3.12 SECADO DE SEMILLAS .....                                                              | 33 |
| 3.13 SEMBRAR EN CHAROLAS.....                                                              | 33 |
| 3.14 GERMINACIÓN DE PLÁNTULAS DE PAPAYA .....                                              | 33 |
| 3.15 APLICACIONES FERTILIZANTES .....                                                      | 33 |
| 3.16 PREPARACIÓN DE SUELO.....                                                             | 34 |
| 3.17 DISEÑO EXPERIMENTAL .....                                                             | 34 |
| CAPITULO IV .....                                                                          | 35 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                                                | 35 |
| RESULTADOS .....                                                                           | 35 |
| CONCLUSIÓN.....                                                                            | 38 |
| REFERENCIAS .....                                                                          | 39 |
| ANEXOS .....                                                                               | 45 |

## **INDICE DE CUADROS**

**Cuadro 1 . Cantidades de propiedades químicas de papaya.....21**

**Cuadro 2 Tratamientos con sus respectivos grados de inmersión.....40**

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA 1</b> CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS EN EL ESTADO DE CAMPECHE.....                 | 39 |
| <b>FIGURA 2</b> EXTRACCIÓN DE SEMILLAS CON SUS RESPECTIVOS PORCENTAJES DE MIEL.....       | 56 |
| <b>FIGURA 3</b> DIFERENTES PORCENTAJES DE MIEL DE ABEJA MULTIFLORAL.....                  | 56 |
| <b>FIGURA 4</b> INMERSIÓN DE SEMILLAS EN AGUA CALIENTE A 100°C.....                       | 57 |
| <b>FIGURA 5</b> AMARRE DE SEMILLAS EN TELA TUL.....                                       | 58 |
| <b>FIGURA 6</b> COLOCACIÓN <b>SUSTRATO</b> PARA LA GERMINACIÓN EN CAMPO.....              | 59 |
| <b>FIGURA 7</b> SIEMBRA DE SEMILLAS DE PAPAYA EN CHAROLAS DE UNICEL.....                  | 60 |
| <b>FIGURA 8</b> RIEGO DE CHAROLAS EN LA ESTRUCTURA RUSTICA DEL CAMPO<br>EXPERIMENTAL..... | 60 |
| <b>FIGURA 9</b> CALENTANDO EL AGUA DESTILADA A 100°.....                                  | 61 |

## **CAPITULO I.**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1Antecedentes**

La papaya (*Carica papaya L.*), particularmente la variedad Maradol, es una fruta tropical de gran importancia en la agricultura y alimentación de México y otros países tropicales. La papaya Maradol, originaria de México, ha sido ampliamente cultivada debido a sus características agronómicas favorables, tales como su rápido crecimiento, alta productividad y resistencia relativa a algunas plagas y enfermedades. Este tipo de papaya se utiliza principalmente en el consumo fresco, pero también tiene aplicaciones en la industria de jugos, dulces y conservas, gracias a su pulpa de color rojizo-naranja, su dulzura y suavidad (Ramírez et al., 2010). Además, ha sido valorada desde tiempos prehispánicos en la medicina tradicional, donde se empleaba para tratar trastornos digestivos, debido a la presencia de la enzima papaína, la cual facilita la digestión de proteínas (Gómez et al., 2014).

La papaya Maradol es especialmente apreciada por su contenido nutricional, ya que es rica en vitaminas A y C, fundamentales para la salud ocular y el sistema inmunológico, respectivamente. También contiene potasio, magnesio, calcio y antioxidantes naturales que ayudan a combatir el envejecimiento celular y reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Cárdenas et al., 2016). Este perfil nutricional ha incrementado la demanda tanto en el mercado nacional como internacional, consolidando a México como uno de los principales productores de papaya, con más del 70% de la producción concentrada en la variedad Maradol. En 2019, la superficie cultivada en México alcanzó las 14,000 hectáreas, principalmente en los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, y Colima, con rendimientos agronómicos que oscilan entre 80 y 100 toneladas por hectárea (SIAP, 2019).

En la producción de papaya Maradol, la calidad de las semillas juega un papel crucial en el éxito del cultivo. Las semillas de buena calidad deben poseer atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios adecuados para garantizar una germinación efectiva y el desarrollo de

plántulas vigorosas. Sin embargo, factores como la edad de la semilla, las condiciones ambientales y los tratamientos pre-siembra pueden afectar la viabilidad y el vigor de las semillas (Rodríguez et al., 2015). Para contrarrestar estos efectos, se han propuesto varios métodos para mejorar la calidad de las semillas, entre ellos la inmersión en agua caliente a altas temperaturas (100°C) y la aplicación de productos naturales como la miel de abeja multifloral. Estos tratamientos han sido utilizados en otros cultivos para mejorar el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas, y ahora se están evaluando en la papaya Maradol como una estrategia para aumentar su productividad y garantizar una mayor eficiencia en la fase de establecimiento del cultivo (Méndez-Natera et al., 2007).

El presente trabajo tiene como finalidad estudiar el efecto combinado de la inmersión en agua caliente y la aspersión foliar con miel de abeja multifloral sobre las semillas de papaya Maradol, con el fin de mejorar la germinación, el vigor y el rendimiento agronómico del cultivo. Dada la creciente demanda de esta variedad en mercados nacionales e internacionales, optimizar los métodos de pretratamiento de las semillas resulta esencial para asegurar una producción eficiente y sostenible

Estudios previos han demostrado el potencial de la miel de abeja como bioestimulante en cultivos tropicales. Por ejemplo, González-Soto et al. (2020) reportaron que la aplicación de miel de abeja mejoró la germinación y el desarrollo inicial de plántulas de papaya Maradol, incrementando su tasa de crecimiento y vigor. En plátano ( *Musa spp.* ), *Solanum lycopersicum*) en estos.

## 1.2 Planteamiento del problema

México es uno de los principales productores de papaya a nivel mundial, con una producción anual superior a las 900 mil toneladas, cultivadas en más de 16 mil hectáreas, repartidas en diversos estados como Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Colima. La papaya **Maradol**, una de las variedades más apreciadas, es reconocida por su sabor, textura y valor

nutritivo, lo que la hace altamente demandada tanto en el mercado nacional como internacional. Este fruto tropical es rico en vitaminas A, C, y minerales como el potasio y magnesio, por lo que se considera de gran valor tanto en la industria alimenticia como en la farmacéutica.

A pesar de su importancia económica y nutricional, la producción de papaya en algunas regiones de México, como el estado de Campeche, sigue siendo limitada. Esto se debe, en parte, a las dificultades asociadas con la calidad de las semillas, especialmente en lo que respecta a la germinación y el establecimiento de plántulas vigorosas. En la agricultura moderna, la calidad de las semillas es fundamental para garantizar rendimientos óptimos y minimizar las pérdidas económicas. Sin embargo, en muchas regiones de México, los productores enfrentan desafíos como la baja germinación de semillas y la falta de métodos efectivos para mejorar la calidad de las mismas.

Una de las prácticas que ha mostrado potencial en otros cultivos es el uso de tratamientos físicos y biológicos para mejorar la calidad de las semillas. La **inmersión en agua caliente** ha sido empleada para mejorar la germinación y eliminar patógenos en diversas especies vegetales. Asimismo, la **aspersión foliar con miel de abeja multifloral** ha sido reportada como una técnica capaz de estimular el crecimiento y mejorar la salud de las plántulas debido a las propiedades antibacterianas y nutritivas de la miel.

A nivel local, la falta de conocimiento y la escasez de investigaciones sobre técnicas de mejora en la producción de papaya Maradol limitan el crecimiento del cultivo en regiones como Campeche. Los agricultores se ven obligados a depender de semillas importadas o de baja calidad, lo que pone en riesgo la viabilidad económica de la producción. Si no se adoptan nuevas estrategias que aseguren una mayor tasa de germinación y vigor en las plántulas, los productores seguirán enfrentando desafíos que limitan la expansión de este importante cultivo.

Este estudio propone evaluar el **efecto combinado de la inmersión en agua caliente y la aspersión foliar con miel de abeja multifloral en semillas de papaya Maradol** como una alternativa para mejorar la calidad de las semillas, optimizar el establecimiento de plántulas y aumentar el rendimiento del cultivo. Esta investigación podría proporcionar

soluciones prácticas para los productores de papaya, permitiendo una mayor productividad y fortaleciendo el desarrollo agrícola en la región de Campeche.

De lo anterior surgen las siguientes preguntas:

¿Cuál será el efecto de germinación de las semillas de papaya maradol asperjados con miel de abeja multiflora?

¿Qué porcentaje de germinación se obtendrá?

¿Tendrá algún efecto la inmersión de semillas en agua caliente a 100°C?

### **1.3 Objetivos**

#### **General**

Evaluar el efecto de los tiempos de inmersión en agua caliente a 100°C de las semillas extraídas en frutos de papaya cultivado en campo con aspersiones foliares de la miel de abeja multiflora en Campeche.

#### **Específicos**

Determinar el porcentaje de germinación de la semilla de papaya sometida a inmersión en agua caliente a 100°C por 0,1,3 y 5 segundos en laboratorio del ITESCAM.

Determinar el porcentaje de germinación de la semilla de papaya maradol sometida a inmersión en agua caliente a 100°C por 0,1,3 y 5 segundos en Invernadero del ITESCAM.

Analizar el deterioro de la semilla de papaya sometido a inmersión en agua caliente a 100°C por 0,1,3, y 5 segundos en laboratorio e invernadero del ITESCAM.

## 1.4 Justificación

Las semillas son la base del sustento de los seres humanos, fin y principio de la cultura campesina. Quehacer y artesanía de millones de manos capaces de cosechar sus frutos, símbolo y evidencia de los conocimientos y saberes que han sustentado a la humanidad.

Contar con semillas de calidad es determinante para producir los máximos volúmenes de frutas, en ella se encuentra el tiempo de vida, el porcentaje de germinación y el tiempo de germinación. La miel de abeja se ha destacado como un bioestimulante natural debido a su rica composición en azúcares simples, vitaminas, aminoácidos, minerales y compuestos fenólicos. Estos elementos promueven el metabolismo celular, la actividad antioxidante y la resistencia al estrés abiótico en las plantas. Los azúcares, como la glucosa y la fructosa, proporcionan energía que favorece el crecimiento inicial de las plántulas y contribuyen al desarrollo radicular (Álvarez-Suarez et al., 2014). Por otro lado, los compuestos fenólicos, conocidos por su capacidad antioxidante, ayudan a mitigar los efectos negativos del estrés oxidativo generado durante la germinación (Abdel-Rahman et al., 2019).

En el caso específico de las semillas, la miel puede actuar como un agente osmótico que mejora la hidratación inicial, lo que facilita la activación de las enzimas responsables de la germinación. Además, investigaciones han demostrado que la miel tiene propiedades antimicrobianas que protegen las semillas contra patógenos del suelo, mejorando así su viabilidad y vigor (Ghazanfari et al., 2015). Por estas razones, la miel es una herramienta prometedora para aumentar la eficiencia y sostenibilidad en la producción de plántulas de alta calidad en cultivos tropicales como la papaya Maradol.

Una consideración importante es la del lugar que ocupan las semillas en la conservación de la biodiversidad y como fuente de material para el mejoramiento. Por ello se necesitan semillas con alto porcentaje germinativo para tener la producción de plántulas de buena calidad, manteniendo una agricultura segura en producción de papaya así evitar problemas de germinación en las semillas y tener pérdidas económicas.

Para ello es necesario la implementación de nuevas tecnologías y conocimientos que el método sobre inmersión en agua caliente de semillas de papaya maradol asperjados con miel

para producción de plántulas nos ayudara a tener un mejor porcentaje de germinación ya que es un método seguro, confiable y no requiere de equipos caros. Se evitan pérdidas económicas y se tiene un mejor porcentaje de germinación confiable tanto en campo como en laboratorio.

## **CAPITULO II.**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Origen de la papaya**

La papaya, cuyo nombre científico es *Carica papaya*, tiene sus orígenes en las regiones tropicales de América Central, particularmente en el sur de México y América Central. El nombre "papaya" deriva del término maya "papa-ya", que hacía referencia a esta fruta en las culturas mesoamericanas, donde fue cultivada y consumida desde tiempos precolombinos. En la actualidad, la papaya se cultiva ampliamente en varias regiones tropicales y subtropicales del mundo.

La **papaya Maradol** es una de las variedades más conocidas y cultivadas en México. Su origen se atribuye a la selección de cultivares específicos en la región del Caribe, particularmente en Cuba, donde se desarrolló esta variedad a partir de la selección natural de plantas de papaya con características superiores en cuanto a sabor, tamaño y productividad. La Maradol es apreciada por su pulpa de color anaranjado intenso, su sabor dulce y su alto contenido nutricional, especialmente rica en vitaminas A y C, y en minerales como el potasio y el magnesio.

A lo largo de los años, esta variedad ha ganado popularidad en países como México, donde se cultiva extensamente en estados como Chiapas, Oaxaca y Veracruz, convirtiéndose en un cultivo esencial para los agricultores locales. La papaya Maradol es preferida tanto en el mercado interno como en el internacional, debido a su capacidad para mantenerse en buenas condiciones durante el transporte y su resistencia a ciertas plagas y enfermedades, lo

que ha permitido su expansión y consolidación como uno de los principales productos de exportación agrícola del país.

Además de su importancia económica, la papaya Maradol tiene un papel relevante en la cultura alimentaria de México, donde su consumo se ha extendido en diversos platillos y recetas tradicionales. Ya sea en su forma fresca, en jugos, ensaladas o postres, la papaya ha sido un alimento esencial para las poblaciones mesoamericanas desde tiempos antiguos, y su cultivo sigue siendo vital en la actualidad.

## **2.2 Clasificación botánica y Taxonómica**

Clasificación taxonómica de la papaya

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Dilleniidae
- Orden: Brassicales
  
- Familia: Caricaceae
- Género: Carica
- Especie: Carica papaya

## **2.3 Habito de crecimiento**

La papaya (*Carica papaya*) es una planta herbácea de crecimiento rápido que puede alcanzar alturas de 2 a 10 metros, dependiendo de las condiciones de cultivo y el manejo agronómico. Se caracteriza por un solo tallo central erecto, no ramificado, que presenta hojas grandes y lobuladas distribuidas en espiral hacia la parte superior de la planta.

Existen tres tipos principales de hábito de crecimiento: masculino, femenino y hermafrodita. En el caso de la papaya Maradol, que es de tipo hermafrodita, el crecimiento es erecto y

vertical, con un tronco hueco, suave y lleno de cicatrices anulares de hojas caídas. El crecimiento de la papaya es continuo mientras las condiciones ambientales sean favorables, y la planta puede empezar a dar frutos aproximadamente entre los 8 y 12 meses después de ser plantada.

El tronco puede tener un grosor de 10 a 30 cm, y la planta puede desarrollar raíces profundas, que son esenciales para absorber nutrientes y soportar su rápido crecimiento. Las flores de la papaya se forman en las axilas de las hojas, y los frutos cuelgan del tallo, desarrollándose cerca del ápice de la planta



## 2.4 Descripción botánica de la papaya

La papaya (*Carica papaya*) es una planta herbácea perenne que puede alcanzar alturas que varían entre los 2 y 10 metros, dependiendo del manejo agronómico y las condiciones ambientales. Es una planta de crecimiento rápido, con un tallo cilíndrico y hueco, que presenta cicatrices anulares correspondientes a las hojas caídas.

- **Raíz:** La raíz principal es pivotante, con ramificaciones secundarias que pueden alcanzar profundidades de más de 1 metro en suelos sueltos. En condiciones de trasplante, la raíz puede transformarse en fibrosa, reduciendo su capacidad de penetración, lo que afecta la estabilidad y nutrición de la planta en suelos menos profundos.
- **Tallo:** El tallo de la papaya es herbáceo, pero con tendencia a volverse ligeramente leñoso en la base a medida que la planta envejece. Es cilíndrico, de unos 10 a 30 cm de diámetro, con una superficie lisa y de color verde o grisáceo, marcado por cicatrices foliares. La estructura interna del tallo es hueca, lo que facilita el transporte rápido de agua y nutrientes.
- **Hojas:** Las hojas de la papaya son simples, alternas y grandes, con un peciolo largo de entre 30 a 60 cm. Las hojas son profundamente lobuladas, con segmentos de 7 a

11 lóbulos que pueden alcanzar diámetros de 25 a 75 cm. El color de las hojas es verde oscuro en el haz y más claro en el envés, y las hojas están dispuestas en espiral en la parte superior del tallo.

- **Flores:** Las flores de la papaya pueden ser femeninas, masculinas o hermafroditas. Las flores hermafroditas, que son típicas de la variedad Maradol, son pequeñas, tubulares y de color blanco o crema. Estas flores crecen en racimos en las axilas de las hojas y tienen una estructura pentámera. Las flores hermafroditas permiten la autopolinización, lo que facilita la producción de frutos en condiciones de cultivo.
- **Fruto:** El fruto de la papaya es una baya carnosa, generalmente de forma ovalada o alargada, de tamaño variable. En la variedad Maradol, los frutos son grandes, alcanzando entre 25 a 30 cm de largo y 1 a 2 kg de peso. La cáscara es de color verde cuando inmadura, volviéndose amarilla a medida que madura. La pulpa es jugosa, de color naranja o rojo, con un sabor dulce y un alto contenido de agua. El fruto contiene numerosas semillas negras, rodeadas de una cubierta gelatinosa.
- **Semillas:** Las semillas son negras, pequeñas y redondas, cubiertas por una sustancia mucilaginosa. Están dispuestas en la cavidad central del fruto y pueden llegar a ser hasta 500 por fruto. La viabilidad de las semillas se mantiene durante varios meses si se almacenan adecuadamente en condiciones secas.

## 2.5 Requerimientos ambientales

- **Suelo:** La papaya (*Carica papaya*), y en particular la variedad Maradol, requiere suelos **francos, bien drenados** y con buen contenido de materia orgánica. Los suelos **arcillo-arenosos** son los más adecuados para el cultivo, siempre que no presenten encharcamiento, ya que la papaya es sensible a la falta de oxígeno en las raíces. Se recomienda un pH ligeramente ácido a neutro, entre 5.5 y 7.0, para un óptimo crecimiento y desarrollo (Bautista et al., 1995).
- **Temperatura:** La papaya es una planta tropical y subtropical, por lo que las temperaturas óptimas para su desarrollo están en el rango de **21 a 33°C**. Temperaturas superiores a 35°C pueden afectar negativamente la floración y fructificación, reduciendo la calidad del fruto. Para la germinación de las semillas, las temperaturas deben mantenerse entre **25 a 30°C**, mientras que para el desarrollo vegetativo las

temperaturas óptimas oscilan entre **22 y 26°C**. Las heladas y temperaturas por debajo de 10°C son fatales para el cultivo (Núñez, 2001).

- **Humedad:** La papaya necesita **alta humedad relativa**, especialmente en las fases de germinación y floración, con un nivel óptimo de **70-90%** de humedad relativa. No obstante, una humedad excesiva puede fomentar la aparición de enfermedades fúngicas. Durante el crecimiento vegetativo, la papaya Maradol requiere un régimen de **riego constante**, asegurando que el suelo mantenga una humedad de campo adecuada sin llegar al encharcamiento. Es recomendable que durante la floración y fructificación el riego se mantenga en **60-70%** de la capacidad de campo para evitar estrés hídrico (Valencia et al., 2015).
- **Altitud:** La papaya Maradol se desarrolla mejor en altitudes que van desde el **nivel del mar hasta los 1,000 metros** sobre el nivel del mar, aunque es posible su cultivo hasta los **1,200 metros** en condiciones óptimas de temperatura y humedad. En zonas más altas, el crecimiento de la planta y el tamaño de los frutos pueden verse afectados por temperaturas más frías durante la noche (Sariñana et al., 2012).

## **2.6 Composición química de la papaya**

La papaya Maradol es una fruta tropical de sabor dulce y ligeramente ácido, muy apreciada en la gastronomía tanto en fresco como en jugos, postres y ensaladas. Además de su valor culinario, es conocida por su alto contenido en nutrientes esenciales y propiedades nutracéuticas.

La papaya contiene una gran cantidad de vitaminas y minerales, entre los cuales sobresalen la vitamina C, que se encuentra en niveles de hasta 60-70 mg por cada 100 gramos de fruta fresca, aportando propiedades antioxidantes y fortaleciendo el sistema inmunológico (Martínez et al., 1997). También es rica en vitamina A, derivada de los altos niveles de beta-caroteno, lo que contribuye al mantenimiento de la salud ocular y cutánea.

Entre los minerales, la papaya Maradol es una fuente significativa de potasio, con aproximadamente 257 mg por cada 100 gramos, lo que la convierte en un alimento ideal para

el mantenimiento de una presión arterial saludable. También contiene calcio, magnesio y fósforo, aunque en menores cantidades.

Otra característica importante es la presencia de la enzima papaína, que facilita la digestión de proteínas y es utilizada en la industria alimentaria y farmacéutica por sus propiedades digestivas y antiinflamatorias (García et al., 2003)

**Cuadro 3 . Cantidades de propiedades químicas de papaya.**

| <b>Análisis general</b>           | <b>gr %</b> | <b>Vitaminas</b> | <b>Mg%</b> | <b>Minerales</b> | <b>Mg%</b> |
|-----------------------------------|-------------|------------------|------------|------------------|------------|
| Humedad                           | 88.0        | Caroteno         | 274.0      | Calcio           | 20.0       |
| Cenizas                           | 0.50        | Tiamina          | 0.04       | Fosforo          | 12.0       |
| Proteínas                         | 0.47        | Rivoflavina      | 0.05       | Fierro           | 0.9        |
| Extracto etéreo                   | 0.30        | Niacina          | 0.30       |                  |            |
| Fibra cruda                       | 1.80        | Ac. ascórbico    | 60.90      |                  |            |
| Carbohidratos totales asimilables | 9.81        |                  |            |                  |            |

## **2.7 Importancia económica de la papaya**

En México, uno de los cultivos agrícolas de gran interés comercial es la papaya (Carica papaya), gracias a su alta demanda en el mercado nacional e internacional y su potencial como producto alimenticio y nutraceutico (CONACyT, 2020). La papaya es especialmente significativa en los estados del sur y sureste del país, donde su consumo se ha arraigado en la gastronomía local, utilizándose en una variedad de platillos, jugos y postres.

Este fruto tropical ha sido parte de la dieta de diversas culturas desde tiempos prehispánicos, donde se valoraba no solo por su sabor, sino también por sus propiedades nutricionales y medicinales. En la actualidad, México se ha consolidado como uno de los principales productores de papaya a nivel mundial, ocupando el tercer lugar en producción global después de India y Brasil (FAO, 2021). Los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Colima concentran más del 70 % de la producción nacional, con una superficie cultivada que alcanzó las 14,000 hectáreas en 2019 y una producción promedio de entre 80 y 100 toneladas por hectárea (SIAP, 2019)

La papaya ha incrementado su demanda en los últimos años, impulsada por su reputación como un alimento saludable rico en vitaminas A y C, así como en enzimas digestivas como la papaína. Esto ha generado un interés creciente en la papaya dentro de la industria nutracéutica, donde se exploran sus beneficios para la salud, lo que a su vez ha llevado a un aumento en su comercialización y un precio rentable para los productores (SARH, 1978). Además, su ciclo de cultivo es relativamente corto, lo que permite a los agricultores obtener rendimientos económicos significativos en un tiempo reducido, convirtiéndola en una opción atractiva para los agricultores en la región

## **2.8 Concepto de semilla**

La semilla de la papaya es un elemento crucial en la producción y sostenibilidad de este cultivo, constituyendo el inicio y el fin del ciclo biológico de la planta. Como órgano principal encargado de la reproducción, las semillas de papaya son fundamentales para la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de esta especie (Albores, 2010).

Según Moreno (1996), agronómicamente y comercialmente, se considera semilla a cualquier tipo de grano, fruto o estructura compleja que se utiliza en la siembra agrícola. En el caso de la papaya, botánicamente se define como un embrión en estado latente que, en su mayoría, está rodeado por un tejido nutritivo conocido como arilo, el cual proporciona protección y sustento al embrión durante su desarrollo inicial.

Las semillas de papaya no solo son esenciales para la propagación de la planta madre, sino que también desempeñan un papel importante en la producción de nuevas plantas que pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales. A través de un proceso de germinación, las semillas dan lugar a nuevas plántulas, lo que permite la continuidad de la especie y la producción agrícola, además de contribuir a la diversidad genética de los cultivos.

## **2.9 Calidad de semilla**

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2012), la calidad de la semilla se define como la importancia general de la semilla, determinada por sus características genéticas y por un conjunto de factores que influyen en su desarrollo, maduración y capacidad de almacenamiento. En el caso de la papaya, la calidad de la semilla es un factor crítico para el establecimiento exitoso de cultivos, ya que impacta directamente en la expresión del potencial de rendimiento (FAO, 2014).

Las semillas de papaya que germinan con un porcentaje superior al 90% se consideran de calidad certificada, emergiendo rápida y uniformemente bajo condiciones de campo adecuadas. La calidad de la semilla es fundamental para garantizar una producción óptima (Andersen y Leach, 1961), ya que permite una emergencia rápida y uniforme en diversas condiciones ambientales. La calidad de las semillas se relaciona con su capacidad de germinar y generar plántulas saludables (Moreno, 1984).

Es importante destacar que las semillas de baja calidad pueden ser un medio para la propagación de enfermedades, ya que pueden albergar hongos, bacterias y virus que afectan negativamente a las plantas (Andersen y Leach, 1961). Por lo tanto, el éxito en la producción de semilla de papaya depende en gran medida del nivel de calidad que posean (Rincón et al., 1990). Además, una semilla de alta calidad tiene la capacidad de desarrollar plántulas viables incluso en condiciones ambientales subóptimas, lo que es crucial en situaciones de cultivo a campo (Peretti, 1994)

## **2.10 Importancia de la calidad de semillas**

Para tener una producción rentable y segura de cualquier cultivo es necesario trabajar con semillas de calidad, para la obtención de un cultivo productivo es vital recurrir a semilla de calidad, ya que ofrece mayor éxito en el establecimiento de la plántula. También, las semillas de calidad mantienen mayor facilidad de almacenamiento (Pittcock, 2008).

Aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos son los que comprenden la calidad de semilla. Se incluye la viabilidad, la capacidad germinativa y el vigor, los cuales son afectados por las condiciones de crecimiento de la planta madre durante el desarrollo de

la semilla, el grado de madurez en el momento de cosecha, la forma de cosechar y las condiciones de beneficio (Pittcock, 2008).

### **2.11 Capacidad de germinación**

Desde el punto de vista morfológico la germinación de la semilla, es definida como la reanudación del crecimiento activo en partes de un embrión, lo que genera la ruptura de los tegumentos seminales y el brote de una planta nueva (Meyer et al. 1972); desde el punto de vista fisiológico, es la reanudación del metabolismo y el crecimiento, incluyendo el cambio de transcripción del genotipo. Desde el punto de vista de tecnología de semillas (ISTA, 1985), la capacidad de germinación es la emergencia y el desarrollo a partir del embrión de aquellas estructuras esenciales del tipo de semillas que se trate, son indicadores de su habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorables.

Para el tecnólogo de semillas, la capacidad germinativa, es el máximo indicador que tiene del como funcionara en el campo un lote de semilla Por tal razón el objetivo de las pruebas de germinación es obtener información con relación a la capacidad de las semillas para la producción de plántulas normales, indican la ausencia de latencia. Estas pruebas permiten diagnosticar el poder germinativo entre distintos lotes de semilla de la misma especie (Thomson 1979).

### **2.12 Vigor**

El termino vigor fue definido por Perry (1973), como una “propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, la cual determina la capacidad de la semilla para lograr rápidamente una plántula en el suelo, tolerando un amplio rango de factores ambientales”.

La AOSA (1983), considero el termino vigor como una propiedad de la semilla la que determina el potencial para una rápida y uniforme emergencia en el desarrollo de plántulas normales, bajo un rango de condiciones de campo. De igual forma se considera que la principal causa de síntomas de disminución del vigor de una semilla es en la germinación, ocasionando una des uniformidad en la germinación. La velocidad de una germinación es

una característica muy importante al establecer una especie, si la semilla germina rápidamente hace un uso eficiente de la humedad disponible en el suelo, siendo posible la germinación en zonas de humedad limitada (Whalley et al. 1966).

### **2.13 Latencia**

Ferguson y Sánchez (1986) mencionan que la latencia es una condición interna de la semilla en su etapa de desarrollo lo que impide la germinación aun estando en condiciones húmedas y adecuadas. La característica de una semilla latente es aquella que cumple con una germinación impedida por mecanismos propios internos y como semilla a aquella que germina de inmediato cuando es expuesta a condiciones ambientales favorables (Moreno 1984).

### **2.14 Miel *Apis melífera***

La miel de *Apis melífera* (miel

La composición de la miel es rica en azúcares simples como glucosa y fructosa, además de contener pequeñas cantidades de proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales, antioxidantes y compuestos fenólicos (Bogdanov et al., 2008). Estas características hacen que la miel tenga propiedades biológicas únicas, incluidas acciones antimicrobianas, antioxidantes y bioestáticas.

El efecto estimulante de la miel en semillas o plántulas puede estar relacionado con su capacidad para proporcionar fuentes fácilmente disponibles de carbohidratos, que pueden ser utilizadas como energía durante las primeras etapas del desarrollo de las plántulas. Además, la presencia de minerales como potasio, magnesio y calcio puede apoyar el crecimiento inicial de las raíces y fortalecer las paredes celulares. Los compuestos fenólicos presentes en la miel también podrían actuar como antioxidantes, protegiendo a las semillas y plántulas del estrés oxidativo durante la germinación.

## **2.15 Composición fisicoquímica de la miel**

La calidad de la miel de abeja varía según las flores de las que extraen polen, se constituyen por carbohidratos, minerales, proteínas, vitaminas, aminoácidos y agua (Crane, 1985; Piana et al., 1989; Rodríguez-Otero et al., 1992; Martínez et al., 1993). En los carbohidratos se encuentra la glucosa y fructosa con una porción de 85 a 95 % del total. Por otra parte, las proteínas, están presentes en pequeñas cantidades en la miel (0.38% aproximadamente), se han identificado algunas enzimas, como la invertasa, la amilasa y la glucosidasa (Crane, 1985; Piana et al., 1989; Prior, 1989). La miel de abeja contiene un promedio de, 0.22% de sales minerales, entre las que se incluyen compuestos de potasio, fósforo, sodio, magnesio, calcio, hierro, cobre, manganeso, cromo, níquel y zinc, así como las vitaminas C, B1, B2, y niacina. De los aminoácidos, la prolina es el más abundante de todos, le siguen la lisina, el ácido glutámico y el ácido aspártico (Davies, 1975; Davies y Harris, 1982).

La consistencia de la miel puede ser líquida, cremosa o sólida. Puede estar parcial o totalmente cristalizada. La miel se cristaliza con el tiempo, proceso característico natural ligado a la composición de azúcares. Las mieles con mayor contenido de glucosa se cristalizan en forma más rápida (SAGARPA, 2018).

## **2.16 Importancia de la miel en México**

La apicultura en México es una de las principales actividades que se realizan en el sector agropecuario. Debido a la alta calidad de miel producida, generando una gran demanda en Estados Unidos de América y diversos países de Europa por sus propiedades nutritivas, aroma, sabor y color (Güemes-Ricalde et al., 2004).

La apicultura en México es una actividad milenaria con gran impacto en el sector económico, social y ambiental. Su contribución en el subsector pecuario nacional contribuye a la captación de divisas. De igual forma, demanda por año en promedio por apiario de 2.2

millones de pesos en mano de obra en su fase de producción primaria, generando una gran fuente de ingresos en el medio rural y empleos. (Magaña y Leyva, 2011).

### **2.17 Importancia de la miel en la agricultura**

La miel de abeja se usa en el área de medicina como fuente de antioxidantes, (compuestos fenólicos) y como antibiótico (Thrasivoul, 2001; Ball, 2007; Cruzado *et al.*, 2007). El uso de la miel de abeja como fuente de nutrimentos y control de enfermedades en cultivos agrícolas no es muy conocida; existen reportes que su aspersión al follaje de papaya(carica) al 2 %, combinada con Si, disminuye la severidad de daño causado por *Fusarium oxysporum* (Gómez *et al.*, 2006), en cuanto a plántulas de papaya mejora el vigor, aumenta el diámetro del tallo y la absorción de N, P y K (Villegas *et al.*, 2001)

Se ha comprobado la eficacia de las abejas en cultivos de solanáceas, entre ellas tomate (*Lycopersicon esculentum* Miil.) cultivado a cielo abierto (Macías 2001, Palma *et al.* 2008, Macías-Macías *et al.* 20013) mostrando un aumento en el número de semillas y en amarre de frutos (Macías-Macías, 2001), de igual forma en el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en condiciones de invernadero (Cauich 2004, Palma *et al.* 2008), así como también en el achiote (Caro 2010).

### **2.18 Propiedades de la miel de abeja**

La miel de abeja es una sustancia natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores. Contiene una variedad de nutrientes, incluyendo carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales, así como antioxidantes y compuestos antibacterianos y antifúngicos (Kumar, 2021)

### **2.19 Efectos de la miel de abeja en las plantas**

La aplicación de miel de abeja en las plantas puede mejorar su crecimiento y rendimiento, así como su resistencia a las enfermedades y el estrés ambiental. Un estudio realizado por El-Hendawy *et al.* (2019) demostró que la aplicación de miel de abeja en plantas de trigo

aumentó significativamente su altura, diámetro del tallo, peso fresco y seco, y contenido de clorofila. (El-Hendawy, 2019)

Además, la miel de abeja puede mejorar la calidad de los cultivos, aumentando la concentración de compuestos nutricionales y antioxidantes. Por ejemplo, un estudio realizado por Aazami et al. (2020) demostró que la aplicación de miel de abeja en plantas de tomate aumentó significativamente la concentración de licopeno y vitamina C en los frutos. (Aazami, 2020)

## **2.20 Mecanismos de acción de la miel de abeja en las plantas**

Los efectos beneficiosos de la miel de abeja en las plantas pueden deberse a una variedad de mecanismos de acción. Por un lado, la miel de abeja puede actuar como un nutriente para las plantas, suministrando una fuente de energía y nutrientes esenciales para el crecimiento y la producción.

Por otro lado, la miel de abeja puede tener propiedades antioxidantes y antibacterianas y antifúngicas que pueden proteger a las plantas contra el estrés ambiental y las enfermedades (Kumar et al., 2021).

## **2.21 Composición química de la miel Carbohidratos**

Representan del 95% al 99% de los componentes de la miel, los monosacáridos; glucosa (27-45%) y la fructosa (33-42%), representan el 75-85% del total de los azúcares de la miel (Gleiter et al., 2006). La fructosa es el azúcar dominante y sólo en muy pocos tipos de miel, como la de colza (*Brassica napus*) y el diente de león (*Taraxacum officinale*), la fracción de glucosa puede ser mayor (Escuredo et al., 2014). Este predominio de azúcares simples y particularmente el alto porcentaje de fructosa, son responsables de la mayoría de las características físicas y nutricionales de la miel. Cerca del 10- 15% son disacáridos y pequeñas cantidades de otros azúcares (Graham, 1993). La composición de los azúcares depende principalmente del origen botánico, geográfico; siendo afectada por el clima, la elaboración y el almacenamiento de la miel. Los azúcares presentes en la miel son responsables de propiedades como: valor energético, viscosidad, higroscopicidad y cristalización (Kamal, 2011).

Los ácidos orgánicos que se encuentran en la miel de abeja incluyen ácido acético, ácido butírico, ácido cítrico, ácido láctico y ácido málico, mientras que las enzimas presentes incluyen invertasa, glucosa oxidasa y catalasa. Los minerales que se encuentran en la miel de abeja incluyen calcio, hierro, magnesio, potasio, fósforo y zinc. (Machado De-Melo)

## **2.22 Uso de miel de abeja en cultivo de ornamentales**

La miel de abeja se ha utilizado en la agricultura como un aditivo natural para mejorar el crecimiento y la salud de las plantas. En el cultivo de plantas ornamentales, la miel de abeja puede tener varios beneficios.

Un estudio realizado por Gomes et al. (2018) examinó los efectos de la aplicación foliar de miel de abeja en el crecimiento y la calidad de las flores en plantas ornamentales del género *Petunia*. Los resultados mostraron que la aplicación de miel de abeja mejoró significativamente el crecimiento y la calidad de las flores de *Petunia*, en comparación con el grupo de control que no recibió la aplicación de miel. (Gomes, (2018))

Otro estudio realizado por Farooq et al. (2019) investigó el efecto de la aplicación de miel de abeja en la resistencia de las plantas ornamentales del género *Chrysanthemum* a la salinidad del suelo. Los resultados mostraron que la aplicación de miel de abeja aumentó la tolerancia de las plantas a la salinidad del suelo, mejorando la germinación de las semillas y reduciendo los efectos negativos de la salinidad en el crecimiento y la calidad de las flores. (Farooq, (2019))

En general, la aplicación de miel de abeja en cultivos de plantas ornamentales puede mejorar el crecimiento y la calidad de las flores, aumentar la resistencia de las plantas a las condiciones adversas y reducir el uso de productos químicos nocivos en la agricultura. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para determinar los efectos específicos de la miel de abeja en diferentes especies de plantas ornamentales y las mejores prácticas de aplicación para maximizar sus beneficios. (Farooq, (2019))

## **2.23 Suelos**

Además de tomar en cuenta las temperaturas, precipitación, vientos, drenaje y plagas del suelo, un factor determinante del éxito es el suelo.

El tipo ideal de éste es el que tiene un alto contenido de materia orgánica, del tipo franco limoso, preferiblemente de origen aluvial, profundo y suelto con un pH no inferior a 6. (William H. Chandler 1962).

## **2.24 La fertilización orgánica**

El cultivo de papaya una planta de una manera satisfactoria con el uso de fertilización con gallinaza genera un crecimiento del cultivo se observa con un color más verde. La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo. Como ya se ha indicado, la calidad de la gallinaza y su potencial en el aporte de nutrientes depende de varios factores. Lo ideal es que antes de utilizar la gallinaza como fuente de nutrientes, se procure analizarla en un laboratorio de confianza. Se logra que la gallinaza es también uno de los abonos orgánicos con mayor tasa de mineralización. Esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75% aproximadamente. (Rodríguez et al., 1966).

## **2.25 Importancia de la materia orgánica en el suelo**

La materia orgánica es uno de los más importantes componentes del suelo. Si bien nos imaginamos que es un solo compuesto, su composición es muy variada, pues proviene de la

descomposición de animales, plantas y microorganismos presentes en el suelo o en materiales fuera del predio. Es justamente en esa diversa composición donde radica su importancia, pues en el proceso de descomposición, muy diversos productos se obtienen, que actúan como ladrillos del suelo para construir materia orgánica. Aunque no existe un concepto único sobre la materia orgánica del suelo, se considera que la materia orgánica es cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos. Puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. (Román, 2013)

## **2.26. Fitotoxicidad.**

En un material que no haya terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores. Igualmente, un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas. (Jorge León 1987).

## **2.27 Fases del compostaje**

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas, Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (Sánchez, 1981).

### **2.28. Fase Mesófila.**

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días). (León 1976)

### **2.29 Fase Termófila o de Higienización.**

Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, 4 Hongo indicador de la fase mesófila II Fuente: M. M. Martínez. CATA-USM, Chile. esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado. (León (1976)

### **2.30 Fase de Enfriamiento o Mesófila II.**

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. (Conover, 1979).

### **2.31 Fase de Maduración.**

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (Manjarrez y Collí, 1976).

### **2.32 Fertilización**

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva. Se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo. (Mendoza, 1988).

### **2.33. Plagas y Enfermedades:**

#### **2.34 Salta Hojas (*Empoasca papayae* & *E. stvensi*)**

Estos afectan los árboles de papaya durante todo el año. Los síntomas incluyen una apariencia similar a la de una pinza de cangrejo en las hojas, seguida por clorosis en el borde de las hojas. La totalidad de la hoja se torna amarilla, luego café y posteriormente se cae. Durante este período no hay cuaje de fruta. Si es serio, el árbol puede morir. Los síntomas se deben a la fitotoxicidad de la saliva del saltaojos. Se cree también que la salta hoja obra como transmisor de “bunchy top”, el cual puede destruir una plantación entera. El control de salta hoja se debe hacer, en primer lugar, manteniendo el interior de la siembra, así como un perímetro de 20 a 30 metros, libre de malezas y hierbas. No debe haber hierbas ni malezas, y tampoco frijoles. El control químico se puede hacer con dimethoate cuando las plantas están jóvenes, antes de que florezcan. Es posible que después del florecimiento el dimethoate ocasione un aborto en las flores (aunque esto no está confirmado). Solo se puede utilizar hasta 21 días antes de la cosecha (el ciclo del salta hojas es de 21 días). (González, 1988)

#### **2.35 Ácaros Araña Roja (*Tetranychus* sp.)**

Los ácaros araña roja solo son un problema en condiciones secas. Los ácaros son probablemente la mayor plaga. Los síntomas son, en primer lugar, un amarillecimiento de la vena de la hoja, normalmente en la base. Donde los ácaros tengan protección y si no se controlan, las áreas afectadas empezarán a morir y en 1 o 2 semanas la hoja entera morirá. También afectan las hojas de la corona, las flores y el fruto. En la base del fruto, en medio de los surcos, surge un color marrón que le quita atractivo frente al consumidor. Además, los lados de la fruta desarrollan un color gris/marrón y la superficie se torna rugosa. El control se hace con Abamectin; pero también se pueden usar Pegasus, Malathion y Sulfuro. Hay que recordar que Malathion y Sulfuro son de contacto y que los ácaros están por debajo de la hoja, así que, si el cubrimiento es inadecuado, no se logrará el control. (Ruiz 1986)

### **2.36 Mosca Blanca**

La mosca blanca puede afectar los árboles durante todo el año. Estas se amontonan bajo la corona suave de las hojas y cuando la población aumenta, las hojas se tornan opacas. Su Manual de cultivo de la Papaya Chemonics Internacional Inc. Febrero del 2009 presencia puede fomentar la aparición de moho negruzco alrededor de la corona y en la columna de la fruta. El Malathion ayuda a controlar esta plaga; el Lannate es el más efectivo, pero solo debe usarse bajo condiciones severas. (Mosqueda, 1986)

### **2.37 Thrips**

Normalmente los thrips son más problemáticos durante la temporada de lluvias. Se pueden ver como una pequeña marca café en el exterior de las flores sin abrir. Esta marca suele ser el punto de entrada. Si la flor está abierta, los ácaros se pueden ver. Si se llega a este punto por lo general es demasiado tarde y la fruta ya estará dañada. Por lo general, la limpieza del campo y la fumigación semanal con Malathion deberán controlar a los thrips. Se debe hacer un buen cubrimiento para garantizar el control. (Conover, 1979).

### **2.38 Phytophthora**

La Phytophthora afecta los árboles de papaya durante todo el año, pero su efecto es más dañino durante la temporada de lluvia. Esta enfermedad suele presentarse como consecuencia de otras actividades, como la quema del tronco con herbicidas o daños físicos (como cortes con el machete al deshierbar). Los árboles son más susceptibles cuando jóvenes, ya que el tronco todavía está verde y no tiene formación de lignina. El mayor daño suele provenir del Gramoxone y otros químicos de contacto. (González, 1988)

### **2.39 Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*)**

La Antracnosis afecta los árboles de papaya durante todo el año, pero empeora durante la temporada de lluvia. Los síntomas consisten en pequeños puntos aceitosos en la hoja. Usualmente hacen su aparición en las hojas bajas. Los puntos son de 2 mm de diámetro, de color oscuro y rodeado por una aureola amarilla. El centro muere y se torna marrón, eventualmente causando una caída prematura de la hoja. Si no se controla, llegara a la copa del árbol. Si caen las hojas, es posible que los frutos caigan con ellas. La limpieza del campo y la aplicación de fungicidas pueden controlar la antracnosis. Se debe utilizar Mancozeb y Champion (hidróxido de cobre). Si las condiciones son severas, se pueden usar químicos sistémicos, como benlate o topsin. Si no se controla en el campo, la antracnosis afectará el fruto después de la cosecha y se desarrollará a medida que este madure. (Márquez 1986)

### **2.40 Bunchy Top**

Aparentemente es causado por la acción de los salta hojas, el cual transmite un fitoplasma. Los síntomas incluyen internudos más cortos, contracción de la copa, clorosis, doblamiento anormal de las hojas y pecíolos más cortos. Se controla de la misma manera que al salta hojas. El árbol afectado debe ser cortado, retirado de la huerta y destruido. (Lozoya 1987).

### **2.41 Virus Ring Spot**

Si no se controla, el virus ring spot puede destruir una plantación entera. Afecta a varios países, y aunque muchos de los principales productores de papaya están afectados por el ring spot, han podido continuar con su producción. El virus afecta las plantas en todas las etapas de crecimiento, desde los retoños hasta los árboles maduros en producción. Las frutas de los árboles afectados no pueden venderse, debido a su desagradable aspecto y sabor. En las plántulas, las hojas afectadas son amarillentas, arrugadas y con marcas de mosaico, y son deformes. (García, 1987).

## **2.42 Trabajos realizados con semillas bajo inmersión en agua caliente**

Otra forma de facilitar la diferencia de la calidad de lotes de semillas es la inmersión en agua caliente a altas temperaturas (100°C), esta técnica sustituye la cámara de envejecimiento acelerado debido a que es un método económico, de fácil manejo y no requiere el uso de equipos especiales. (Méndez-Natera *et al.*, 2007).

Rodríguez *et. al* (2014) La metodología de sumergir semillas en agua caliente para evaluar la calidad de las semillas en el cultivo papaya maradol no es una técnica común y la bibliografía es escasa. Esta técnica se ha experimentado en otros cultivos. Por ejemplo, inmersión de semillas de maíz en agua caliente en la producción de germinados para forraje, se realizó usando la técnica de baño con agua caliente; Se evaluaron tres cultivares de maíz: País Tuxpeño (PT), X'nuuknal (X) y Sinaloa (S) que se sometieron a 0, 2, 4, 6 y 8 segundos de inmersión en agua a 100°C, en la producción de germinados para forraje.

(Cargill 633, Himeca 2003 y Criollo). (Méndez-Natera, J.R. et al 2007) Trabajaron en un experimento sobre; efecto de la inmersión de semillas de maíz (*zea mays* L.) En agua a 100 °C sobre la germinación y crecimiento de plántulas bajo condiciones de laboratorio, el presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto de la inmersión en agua (100 °C) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de tres cultivares de maíz bajo condiciones de laboratorio. El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con arreglo factorial (distribuido en cuatro bloques), un factor estuvo constituido por cinco tiempos de inmersión en agua a 100 °C (0, 2, 4, 6 y 8 segundos) y el otro por tres cultivares de maíz. El tiempo de inmersión en agua que causó mayor deterioro y reducción de la germinación en las semillas de maíz fue el de 8 segundos. En general, las variables evaluadas presentaron una disminución a medida que aumentaban los tiempos de inmersión en agua a 100 °C. La inmersión de las semillas en agua caliente durante breves periodos de tiempo fue para determinar su calidad. (Méndez-Natera, J.R. et al 2007).

## **CAPITULO III.**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en el laboratorio de análisis químico biológicos y en la estructura rustica de la parcela experimental número 1 del Instituto Tecnológico Superior 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.

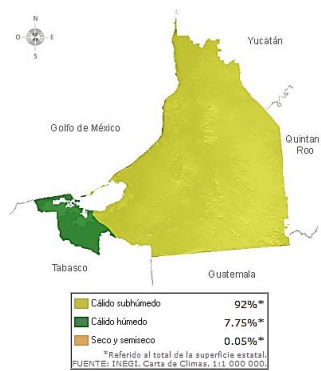
#### **3.2 Clima**

En el estado de Campeche, predomina el clima cálido subhúmedo, que se presenta en el 92% de su territorio, el 7.75% presenta clima cálido húmedo localizado en la parte este del estado y en la parte norte, un pequeño porcentaje del 0.05% con clima semiseco. (INEGI, 2018)

La temperatura media anual es de 26 a 27°C.

Las lluvias son de abundantes a muy abundantes durante el verano. La precipitación total anual varía entre 1 200 y 2 000 mm, y en la región norte, de clima semiseco, es alrededor de 800 mm anuales. La vegetación del estado de Campeche corresponde a comunidades tropicales, la Selva cubre más del 80% del territorio.

En la figura 1 se puede observar el clima que predomina en la parte norte del estado, comprendida por Tenabo, Hecelchakán y Calkini.



**Figura 2** Clasificación de los climas en el estado de Campeche.

### 3.3 Material experimental

Se utilizó las semillas de papaya (carica) de la variedad maradol. que tuvo una fertilización foliar en campo en la parcela experimental número 1 del ITESCAM de miel de abeja multifloral del ciclo otoño-invierno bajo tres concentraciones distintas de miel 5%, 10% y 15%.

Se realizaron 16 saquitos de semillas papaya asperjados con miel de abeja multifloral, cada saquito contenía 100 semillas, dando una suma de 1600 semillas que sufrieron inmersión en 0, 1, 3, y 5 s, destinadas 1600 para la prueba de germinación en campo, para hacer los saquitos de semillas fue necesario utilizar tela tul y amarrarlo con hilo de algodón, cada saquito fue sumergido en agua caliente a 100°C durante un tiempo estimado en segundos con su respectiva repetición.

### 3.4 Proceso de investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental y de campo, ya que es un tema poco estudiado a profundidad, es de interés económico y social para el estado de Campeche y sus alrededores. Por el grado de manipulación de las variables el enfoque es mixto conteniendo el tipo cuantitativo a través de los datos estadísticos por indicadores nacionales y cualitativo información bibliográfica o antecedentes.

La descripción de las variables se analizó por la relación del objeto de estudio a través del método inductivo, usando la técnica de estudio de campo e información documentada.

Esta misma se hizo por medio de la consulta bibliográfica acerca de la inmersión de semillas de papaya.

### 3.5 Tratamientos

Consistieron en la inmersión de semillas de papaya a una temperatura de 100°C bajo los tratamientos de 0, 1, 3, y 5 segundos. En el cuadro 2 se detallan la temperatura a la cual fueron sometidas.

**Cuadro 4 Tratamientos con su respectivos grados de inmersión**

| Tratamientos | Temperatura                           |
|--------------|---------------------------------------|
| 0            | Agua destilada                        |
| 1s           | Agua destilada a temperatura de 100°C |
| 3s           | Agua destilada a temperatura de 100°C |
| 5s           | Agua destilada a temperatura de 100°C |

Elaborado: El autor

### 3.6 Extracción de semilla

Primero, se seleccionaron frutos de papaya Maradol maduros. Se retiró la cáscara de los frutos con la ayuda de un cuchillo, y se lavaron con agua para eliminar cualquier residuo superficial. Posteriormente, se cortaron longitudinalmente los frutos, exponiendo la cavidad interna. Durante el corte, se observó la presencia del jugo celular.

Una vez abierto el fruto, se procedió a separar la placenta (la parte interna donde se encuentran las semillas) del pericarpio (la parte carnosa de la papaya). La placenta con las semillas se colocó en un recipiente limpio.

Con la ayuda de un mortero, se presionó suavemente la placenta para liberar las semillas adheridas, facilitando su separación. A continuación, las semillas con residuos de pulpa fueron vertidas en un colador, y se enjuagaron con abundante agua, removiendo la pulpa adherida. Este proceso se repitió varias veces hasta asegurar que las semillas quedaran completamente limpias y sin restos de pulpa.

El agua fue retirada con cuidado después de cada lavado, y si quedaba algún residuo, se realizaba un nuevo lavado para evitar la pérdida de semillas. El lavado constante ayudó a separar eficazmente las semillas de cualquier resto de pulpa, asegurando la pureza de las mismas.

Una vez limpias, las semillas se colocaron sobre toallas de papel rotuladas. Con la ayuda de una cuchara, las semillas se distribuyeron uniformemente sobre las toallas para permitir su secado a temperatura ambiente. Durante tres días se monitoreó el secado de las semillas, verificando la correcta deshidratación.

Después del periodo de secado, las semillas se almacenaron en bolsas ziploc y se mantuvieron a refrigeración a temperatura ambiente, listas para someterse a la fase de inmersión en agua caliente a 100°C y para posteriores evaluaciones germinativas.

### **3.7 Inmersión en agua caliente a 100°C**

Se realizó 16 saquitos de semillas de papaya maradol con tela tul e hilo de algodón para asegurar que no salieran, cada saquito contiene 100 semillas, teniendo un total de 1600 semillas., de las cuales todas de ellas son destinadas para hacer la prueba de inmercion.

Entre los materiales utilizados se encuentran: vaso precipitado, agua destilada, termómetro, placa de calentamiento, pinzas de laboratorio, tela tul e hilo de algodón.

Al tener 16 saquitos con 100 semillas c/u cubiertos con tela tul y amarrados con hilo de algodón, se procedió en colocar agua destilada en un vaso precipitado con 350 ml de agua destilada, se encendió la placa de calentamiento para colocar en la parte superior el vaso precipitado, con ayuda de un termómetro monitorear hasta que el agua llegue a alcanzar los 100 ° C, con las pinzas de laboratorio se tomaron individualmente las muestras de cada

porcentaje de fertilización foliar, se realizó la inmersión en agua destilada durante 1s de los cuatro tratamientos, con la ayuda de un cronometro se midió el tiempo e inmediatamente lo retiramos, después el saquito se colocó encima de una franela para que escurra el agua. De esta manera se concluyó con la inmersión, posteriormente se evaluaron los tratamientos 3s, y 5s, hasta concluir.

### **3.8 Experimento en laboratorio para Porcentaje de Germinación**

Se usó 16 charolas de unicel con Longitud: 23.5cm, Ancho: 18 cm y una Profundidad: 1.6 cm, teniendo las charolas se añadió una sanita en la cual esta nos ayudó a retener la humedad, se agregó agua destilada hasta tener una consistencia húmeda (sin saturación), por cada charola se agregó 100 semillas conforme a su tratamiento y repetición ordenadas de una forma lineal de 5 x 10 al interior de la charola, se cubrió las charolas con papel aluminio para simular la obscuridad, las charlas se mantuvieron húmedas con agua destilada por 10 días para obtener el porcentaje de germinación..

### **3.9 Localización del campo experimental**

La presente investigación se llevó a cabo en el campo experimental del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, en el Estado de Campeche (ITESCAM), ubicado en el municipio de Calkiní en el estado de Campeche; su localización geográfica es 20°20'43.12"N latitud y 90° 2'58.17"O longitud con una altura de 887m.

### **3.10 Material experimental del sembrado de la papaya donde fue sacado las semillas**

Para realizar el proyecto de investigación se compró 2 papayas maradol en el mercado del municipio de Dzitbalché con la finalidad de extraer las semillas. **Se va a realizar varias actividades para poder seleccionar las semillas. Se corta la papaya y con una cuchara sopera se saca toda la semilla.** Y se procede a hacerle Yach para sacarlo de capsulita y se lava las semillas. La papaya es dada a crecer en casi todo tipo de suelos. El terreno escogido no debe tener una pendiente muy pronunciada, ya que la cosecha puede involucrar equipos hidráulicos y esto puede implicar el peligro.

### **3.11 Prueba de flotación semillas**

Se va a lavar las semillas y se pone en agua para la prueba de flotación. Las semillas que sube no germinan y las que bajan en fondo de recipiente son las semillas buenas para germinar.

### **3.12 Secado de semillas**

Se pondrá las semillas en un pedazo de papel se pone en un ventilador para secado

### **3.13 Sembrar en charolas**

Se va a desinfectar las charolas para poder sembrar las platas. El cuidado durante las primeras semanas después de la germinación es el más complicado por las posibles plagas.

### **3.14 Germinación de plántulas de papaya**

La siembra se realizó el 18 de agosto del 2022 se utilizó 2 charolas germinadoras con 200 cavidades las cuales fueron rellenas con sustrato bocashi , Se deposito una semilla por cada cavidad de la charola. A los 7 días empezó a germinar las primeras plántulas de papaya, las charolas fueron cubiertas con una lona la cual funcionó como una cámara de sudor.

### **3.15 Aplicaciones fertilizantes**

En esta parte se aplica todos los nutrientes que requiere la papaya. MAP  $\frac{1}{2}$  , Urea  $\frac{1}{2}$  y potasio  $\frac{1}{2}$  en plántulas para el control de hongos se va a aplicar previcur. La fertilización fue de

manera foliar a los primeros días de germinación con miel de abeja multiflora. Posteriormente se aplicó fertilizantes en pequeñas dosis como Nitrógeno (urea), Fósforo y potasio.

### **3.16 Preparación de suelo.**

La preparación de suelo del área experimental se inició con la limpieza del terreno, se movió el suelo a 50 cm de profundidad como mínimo, y posteriormente el hoyado con un diámetro aproximado de 30 cm. Se realizó el nivelado del terreno para evitar el exceso de agua durante el riego. También se realizó mantenimiento del sistema de riego, tendido de cintillas del hoyo para su óptimo funcionamiento al momento de realizar el trasplante. El trasplante se realizó por la tarde con temperatura 28 °C, las plántulas altura entre 9 y 15 cm, visualmente buen grosor de diámetro. El trasplante se realizó a una distancia de 1.5 m entre plantas y 1.2 m entre surcos, la densidad fue de 156 plantas de papaya (*carica papaya*) en campo experimental de ITESCAM a los 17 días de germinación.

### **3.17 Diseño experimental**

Se realizó el diseño experimental de bloques completamente al azar y se definieron las repeticiones por cada tratamiento, según el diseño experimental se tomaron 5 plantas para medir las variables: diámetro, altura y hojas la medición monitoreada cada mes. (T0= testigo sin miel, T1= 10% de miel de abeja multiflora, T2= 15% de miel y T3= 20% de miel) la dosis fue aplicada por medio de aspersión foliar por tratamiento cada uno 1L de agua por % de miel de abeja cada siete días. Donde se evaluó el crecimiento y desarrollo del cultivo de papaya (*Carica papaya*)

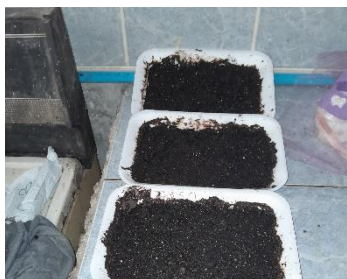
Al final del experimento, Con los datos recabados se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias de los tratamientos en un software estadístico.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Resultados

El presente estudio evaluó la respuesta de semillas de papaya Maradol tratadas con inmersión térmica e intervención mediante aspersión foliar de miel de abeja multifloral. Sin embargo, no se observó una respuesta significativa en términos de incremento en la tasa de



germinación, vigor de plántulas o crecimiento inicial de las plantas. La falta de respuesta puede deberse a varias razones, incluyendo las características químicas y fisiológicas de las semillas, así como la efectividad limitada de los tratamientos térmicos y de miel de abeja en este contexto específico.



La aspersión foliar de miel de abeja se ha sugerido como un promotor de crecimiento en algunos cultivos debido a su composición de carbohidratos, aminoácidos y micronutrientes que pueden estimular la actividad enzimática y promover el crecimiento (Gutiérrez et al., 2020). Sin embargo, estudios como el de Ahmed y Mohammed (2018) revelan que la efectividad de estos componentes en forma foliar varía

sustancialmente entre especies, especialmente en aquellas con cutículas de alta densidad o sistemas de absorción foliar limitados. En el caso de la papaya, es posible que la estructura de la hoja y los mecanismos de absorción no sean óptimos para aprovechar plenamente los nutrientes de la miel en forma de aspersión.

En cuanto a la inmersión térmica, se ha demostrado que este método es efectivo para incrementar la germinación en algunas semillas al reducir microorganismos patógenos y estimular la actividad metabólica (Paikra et al., 2021). Sin embargo, un exceso de temperatura o exposición prolongada puede tener efectos adversos, como la

desnaturalización de proteínas esenciales para la germinación. La investigación de Muñoz y Sánchez (2019) sugiere que para semillas sensibles, como las de papaya, la respuesta a los tratamientos térmicos es limitada y depende en gran medida de la precisión en la regulación de la temperatura y del tiempo de exposición.

La falta de respuesta observada en este estudio también podría explicarse por la posibilidad de que las condiciones ambientales externas no hayan sido las óptimas para que las plantas beneficiadas por estos tratamientos expresaran su máximo potencial de crecimiento. Esto concuerda con los hallazgos de Parameswari y Kannan (2017), quienes encontraron que la



influencia de los tratamientos pre-siembra y de aspersión foliar puede ser nula o limitada en ausencia de un manejo agronómico cuidadoso y un control riguroso de las variables ambientales.

En este estudio, las semillas de papaya Maradol fueron tratadas mediante inmersión térmica y aspersión foliar de miel de abeja multifloral. Cabe mencionar que las semillas se conservaron en refrigeración a 8 °C durante seis meses previos a los tratamientos, lo cual es relevante, ya que el almacenamiento en frío puede influir en la viabilidad y germinación de las semillas (Singh & Bharche, 2015). Sin embargo, los resultados mostraron que las semillas no respondieron significativamente a los tratamientos aplicados, lo cual se puede atribuir a varios factores, incluyendo los efectos del almacenamiento en frío prolongado.

Algunos estudios han documentado que el almacenamiento a bajas temperaturas ayuda a mantener la viabilidad de las semillas, pero una refrigeración prolongada también puede inducir latencia, lo que dificultaría la activación de los procesos metabólicos necesarios para la germinación (Paikra et al., 2021). Adicionalmente, Ahmed y Mohammed (2018) destacan que la capacidad de absorción de nutrientes foliares y el efecto de tratamientos de aspersión, como el de miel de abeja multifloral, pueden verse limitados en especies que presentan mecanismos específicos de protección en la superficie de sus hojas.

En cuanto a la inmersión térmica, estudios previos han mostrado que este tratamiento es efectivo en ciertos casos para activar la germinación tras un período de latencia inducida por refrigeración, al estimular la actividad enzimática en la semilla (Muñoz & Sánchez, 2019). No obstante, en este experimento, la falta de respuesta positiva sugiere que la combinación de almacenamiento en frío y tratamientos térmicos no generó el estímulo necesario para superar la latencia. Parameswari y Kannan (2017) también observaron que las semillas de papaya son particularmente sensibles a las variaciones de temperatura y tiempo de exposición, lo cual podría explicar la ausencia de beneficios en la germinación de las semillas evaluadas.

## CONCLUSIÓN

El presente estudio evaluó el impacto de dos tratamientos en la germinación y el crecimiento inicial de las semillas de papaya Maradol: la inmersión en agua caliente y la aspersión foliar de miel de abeja multifloral. Sin embargo, los resultados obtenidos no mostraron una mejora significativa en la tasa de germinación, el vigor de las plántulas o el crecimiento de las plantas tratadas en comparación con el grupo testigo. La falta de respuesta puede ser atribuida a varios factores, incluyendo las características fisiológicas de las semillas de papaya, que podrían haber limitado la efectividad de los tratamientos aplicados.

En particular, la inmersión en agua caliente, aunque eficaz en otras especies con testas más permeables, no mostró mejoras sustanciales en las semillas de papaya Maradol. Además, la aspersión foliar de miel de abeja, aunque reconocida por su potencial bioestimulante, no generó los efectos deseados en esta especie, posiblemente debido a la falta de absorción efectiva de los compuestos activos de la miel por las plántulas en su fase inicial de crecimiento.

A pesar de la falta de efectos significativos, los resultados de este estudio sugieren que la combinación de tratamientos térmicos y bioestimulantes como la miel de abeja puede no ser adecuada para las semillas de papaya Maradol bajo las condiciones experimentales evaluadas. Esto resalta la importancia de tener en cuenta las características específicas de las semillas y de adaptar las estrategias de bioestimulación a las necesidades de cada especie. Se recomienda que futuras investigaciones exploren ajustes en los parámetros de los tratamientos, tales como variaciones en la concentración de miel o la temperatura y duración de la inmersión, así como la evaluación de otros bioestimulantes para determinar su efectividad en la germinación y crecimiento de esta y otras especies tropicales.

Este estudio contribuye a la comprensión de los límites y potenciales de los tratamientos aplicados en la mejora de la germinación y el crecimiento de plántulas de papaya, destacando la necesidad de investigaciones adicionales para optimizar el uso de bioestimulantes en cultivos tropicales.

En conclusión, este estudio proporciona información valiosa sobre las limitaciones y el potencial de los tratamientos térmicos y bioestimulantes naturales para mejorar la germinación y el crecimiento de semillas de papaya Maradol. A pesar de la falta de respuesta

positiva observada, los resultados sugieren que la combinación de estos tratamientos podría tener un impacto en la germinación de otras especies o bajo diferentes condiciones ambientales. Por lo tanto, es necesario seguir investigando con enfoques más específicos y controlados para optimizar estos métodos y mejorar la productividad agrícola en regiones tropicales.

## REFERENCIAS

- Andersen. A. y C. M. Leach. (1961). Testing seeds for seed-borne organisms. In Seeds. The Yearbook of Agriculture, 1961, USDA 453-457 pp.
- Association of Official Seed Analyst (AOSA). 1983. Seed Vigour Testing Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. Washington, USA. pp. 20-24.
- Albores E. V. (2010) Germinación de semillas de papaya (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Alves, E, R. Paula, A. Oliveira, R. Bruno y A. Diniz. (2002). Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. Rev. Brasil. de Sementes 24(1), 169-178.
- Ball D. W. (2007) The chemical composition of honey. Journal of Chemical Education 84:1643-1646.
- Barnes, B. S. (1960). The evaluation of methods for determining seed vigor in sorghum. M. S. Thesis. Mississippi State University, Mississippi State, MS. USA.
- Bourland, F. M. and R. A. Welch. (1985) "Deterioration of cottonseed with hot water". Proceedings, Beltwide Cotton Production research Conference. National Cotton Council, Memphis, TN. USA. pp. 89.
- Caro VAM. (2010). Contribución de tres especies de abejas sociales (Hymenoptera: Apidae) en la eficiencia de la polinización del achiote (*Bixa orellana* L.). Tesis Maestría. Opcion: Apicultura Tropical. 51 p.

- Cauich-Muños O. (2004). Eficiencia de la abeja nativa *Nannotrigona perilampoides* Cr. (Apidae: Meliponini) en la polinización del chile habanero (*Capsicum chinensi* Jacq.) en cultivo bajo cobertura en Yucatán, México.
- Cabrera L, Ojeda G, Céspedes E, Colina A.(2003).Actividad antibacteriana de miel de abejas multiflorales (*Apis mellifera* Scutellata) de cuatro zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. *Rev Cient.*; 13(3): 205-211.
- Craviotto M.R., Perenarnau A.M. Gallo C. (2010). Calidad de Simiente (2010): Porque evaluar vigor?, Grupo de Trabajo Tecnología de Semillas, EEA Oliveros INTA. Recuperado en:<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:KKNfPWikqYgJ:www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/CalidadSimiente2010-Vigor.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>
- Crane, E. (1985). El libro de la miel. Fondo de Cultura Económica. México, DF.
- Cruzado R. L., D. P. Gutiérrez y S. G. Ruiz (2007) Ensayo químico y efecto de antibiosis in vitro de la miel de abeja sobre microorganismos grampositivos y gramnegativos. *Revista Médica Vallejana* 4:95-109.
- Davies, A.M.C. (1975). Amino acid analysis of honeys from eleven countries. *J. Apic. Res.* 14: 29-39.
- Davies, A.M.C. y R.G. Harris. (1982). Free amino acid analysis of honey from England and Wales application to geographical origin of honeys. *J. Apic. Res.* 21: 166-173.
- FAO. 2014. Estadísticas de producción de cultivos. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Recuperado de : <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Depósito de documentos de la FAO. Departamento de Montes. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/AD232S00.HTM>.
- Félix Pérez García, José Manuel Pita Villamil, (2001). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas, MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE ISBN: 84-491-0503-X

- Frutos, D.; Barone, E.; (1987). Germinación de Pistacia spp. y Ceratonia siliqua L. En: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Botanic Gardens Conservation Secretariat. 125-126. Koeltz Scientific Books. Königstein/Germany.
- Ferguson, J.E. y Sánchez, M. (1986) El control integral de malezas en la producción de semillas forrajeras. Curso intensivo sobre producción de semillas de pastos tropicales, noviembre 7. CIAT.Cali, Colombia.p21.
- García Pérez, F. y Pita Villamil, J.M. (1999). Dormición de Semillas. Hojas Divulgadoras. Núm. 2103-HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid, 20 pp.
- García, V.A. (1975-1976). Citotaxonomía del tomate de cascara (*Physalis ixocarpa*, Brot). Avances en la enseñanza y la investigación. ENA. Chapingo, México.
- García S.M.A (2013). Efecto del tratamiento con agua caliente en la germinación de Ceratonia siliqua Sociedad española de ciencias forestales. ISBN:978-84-937964-9-5.
- Gómez C. R., M. N. Rodríguez M., E. Cárdenas S., M. Sandoval V. y M. T. Colinas L. (2006) Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara. Revista Chapingo Serie Horticultura 12:69-75.
- Güemes-Ricalde, F., Echazarreta-González, C., Villanueva, R. (2004). Condiciones de la apicultura en Yucatán y el mercado de sus productos. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. 75 pag.
- International Seed Testing Association (ISTA) 1985. International Rules For Seed Testing Seed Sci. And Tech. 4:1-177 Netherlands.
- INEGI. (2018). Información por entidad. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/camp/territorio/clima.aspx?tema=me&e=04>
- Jiménez, S.E., Robledo, T.V., Benavides, M.A., Ramírez, G.F., Ramírez, R.H., & De la Cruz, L.E. (2012). Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Universidad y ciencia, 28 (2), 153-161.
- Jones, S.B. 1986. Plant systematics. Secon Edición. Ed. Mc. Graw-Hill, Inc.

- Kermode AR (1995) Regulatory mechanisms involved in transition from seed development to germination: between the embryo and the seed environment. En Kigel J, Galili G (Eds.) Seed Development and Germination. Dekker. Nueva York, EEUU. pp. 273-332
- Lopez. A.N.A.Camargo. Q.M. Covarrubias.G.S. (2006). Eficacia de Pruebas de Vigor en Semilla de Zanahoria y Brócoli. Departamento de Producción Agrícola CUCBA.ISBN 970-27-1045-6
- Lopes, J.C. y M.D. Pereira. (2005). Germination of cubiu seeds under diferent substrates and temperatures. Rev. Bras. sementes. 27(2), 146-150.
- Martínez M., E., E. Guerra H., J. Montilla G., J.L. Molina M. (1993). Physicochemical analysis of Spanish commercial eucalyptus honeys. J. Apic. Res. 32: 121-126.
- Macías-Macías JO, Quezada – Euán JJG, Tapia GJM, Contreras – Escareño F. Pecoreo y desarrollo de nidos de *melipona colimana* (hymenoptera: meliponini) en clima templado de Jalisco, México. VIII Congreso Mesoamericano de abejas nativas: Biología, Cultura y Uso Sostenible. 2013; 30-37 pp.
- Magaña, M. M. A. y Leyva, M. C. (2011). Costo y rentabilidad del proceso producción apícola en México. Contaduría y Administración 235. 99-119.
- Méndez-Natera, J.F., L. Ysavit-Marcano, y J.F. MerazoPinto. (2007). Efecto de la inmersión de semillas de maíz (*Zea mays* L.) en agua a 100°C sobre la germinación y crecimiento de plántulas bajo condiciones de laboratorio. TIP Rev. Esp. Cienc. Quim. Biol. 10(2):56-64.
- Meyer, B.S., Anderson, D.B y bohning, H.R. (1972). Introducción a la Fisiología Vegetal. Universidad de Buenos Aires, Argentina. pp. 59-63.
- Moreno, Martínez Ernesto. (1984). Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. segunda Edición. México.
- Moreno, Martínez Ernesto. (1996). Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. UNAM. Tercera Edición. México.

- Modi AT, White BJ (2004) Water potential of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) placenta and seed germination in response to desiccation during fruit development. *Seed Sci. Res.* 14: 249-257.
- Nascimento, W.M. (2005). Vegetable seed priming to improve germination at low temperature. *Hortic. Bras.* 23(2), 211-214.
- Paladini, E. F.; 1992. Observaciones culturales en vivero de árboles forestales en Mendoza. *Multequina* 1, 123-146.
- Piana, G., G. Recceardelle y A.I. Dálbores.(1989). *La miel*. MundiPrensa. Madrid, España.
- Pittcock J. K. (2008) Seed production, processing and analysis. In: *Plant Propagation*. C A Beyl, R N Trigiano (ed.). CRC Press Taylor & Francis Group. U.S.A. pp:401-406.
- Peretti, A. (1994). *Manual de Análisis de semillas*. Ed. Hemisferio Sur S.A., 281 Pág.
- Perry, D. A.(1973). Seed Vigour and Establishment. *Hort. Abst.* Vol 42: 334-342. England.
- PÉREZ-GARCÍA F.; (2009). Germination characteristics and intrapopulation variation in carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2009 7(2), 398-406.
- Prior, C.M.L.(1989). *La miel en la alimentación humana*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Rincón. F. Molina. J. (1990). Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 1: 51-53.
- Rodríguez G. F, Gómez B.L., López P.L., Magaña M.M., García S.R., Gavilán U.M. (2014) Inmersión de semillas de maíz en agua caliente en la producción de germinados para forraje, *AGRONOMÍA MESOAMERICANA* 25(1):53-62. 2014
- Rodríguez-Otero, J.L., P. Paseiro, J. Simal; L. Terradillos; A. Cepesa.(1992). Determination of Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and total cationic milliequivalents in Spanish commercial honey. *J. Apic. Res.* 31: 65-69.
- Sánchez, M. J., Padilla, G. J. M., Bojórquez, M. B. A., Arriaga, R. M. C., Arellano, R. L. J., Sandoval, I. E., & Sánchez, M. E. (2006). Tomate de cáscara cultivado y silvestre del

occidente de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Guadalajara, Jalisco, México.

Santiaguillo H., J. F y López, M.R. (1992). Colecta, conservación y evaluación de germoplasma de tomate de cascara (*Physalis spp*), en México. Tesis de Licenciatura departamento de Fitotecnia. UACh. Chapingo, México. 107 pp.

Saray, M.C y R.J. (1977). Tomate de cascara, algunos aspectos sobre su fisiología e investigación Campo Agrícola Experimental Zacatepec, Morelos, México.

Saíenz-Laín C, Gómez-Ferreras C (2000) Mielles Españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen. Editorial Mundi-Prensa. España 105 pp.

SAGARPA. (2018). Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Miel. Tercera edición). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395732/Manual\\_BPP\\_en\\_la\\_Produccion\\_primaria\\_de\\_Miel\\_octubre\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395732/Manual_BPP_en_la_Produccion_primaria_de_Miel_octubre_2018.pdf)

SIAP. (2018). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola [Resumen nacional por cultivos]. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP. (2019) Avance de siembras y cosechas [Resumen por estados]. Recuperado de [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do)

SIAP. (2019) Avance de siembras y cosechas [Resumen nacional por cultivos]. Recuperado de [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do)

SARH. (1978) El cultivo de Tomate de Cascara en el estado de Hidalgo. Editorial Instituto de Investigación Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México.

Thrasivoul U. (2001) La relación entre las características físico-químicas de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. *Apiacta* 36:106-112. 203

- Thomson, J. R.(1979). Introducción a La Tecnología De Semillas. Editorial Acribia Zaragoza, España. pp.30.
- Ulloa J, Mondragón P, Rodríguez R, Reséndiz J, Ulloa P. (2010). La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente. 2(4): 11-18.
- Vargas, P. O., Martínez D., y Dávila A. P. (2003). La familia Solanaceae en Jalisco, El género *Physalis*. Ed. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Valtierra P., E.; Ramos S., A. (2003). Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva de tomate verde en el estado de Puebla. Fundación Produce Puebla, Gobierno del estado de Puebla. 237 p.
- Vargas P. O; Valdivia M., LE; Sánchez M., J. (2015). Potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*Physalis* spp.) de México. Agroproductividad 8: 17-23.
- Venkataratnams L.(1957). Tomatillo or mexican husk tomato. Mysore Arg.
- Villegas T.O. G., M. N. Rodríguez M., L. I. Trejo T. y G. Alcántar G. (2001) Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. Terra Latinoamericana 19(1):97-102.
- Var. Rio grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio (Tesis de grado) Universidad Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo , Coahuila, México.
- Whalley, R.D.Mc Kell C.M. and Green L.R.(1966).Seedling vigour and Early Nonphotosynthetic Stage of Seedling Growth in Grasses. Crop. Sci. 6: 147-150. USA.

## ANEXOS



Figura 2 Extracción de semillas con sus respectivos porcentajes de miel.

Fuente propia tomada en la parcela experimental del ITESCAM.



Figura 3 diferentes porcentajes de miel de abeja multifloral.

Fuente propia tomada en el laboratorio de análisis químico biológico del ITESCAM.



Figura 4 inmersión de semillas en agua caliente a 100°C.

Fuente propia tomada en el laboratorio de análisis químico-biológicos del ITESCAM.



Figura 5 amarre de semillas en tela tul

Fuente propia tomada laboratorio del ITESCAM.



Figura 6 Colocación sustrato para la germinación en campo.  
Fuente propia tomada en parcela experimental del ITESCAM.



Figura 7 Siembra de semillas de papaya en charolas de unicel.



Figura 8 Riego de charolas en la estructura rustica del campo experimental.

Fuente propia tomada en la estructura rustica del campo experimental del ITESCAM.



Figura 9 calentando el agua destilada a 100°.

Fuente propia tomada en el laboratorio del ITESCAM.