



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO  
DE MORELOS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES  
EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL  
DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA  
PAPAYA L.) VAR. MARADOL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN MANEJO  
DE  
RECURSOS NATURALES

P R E S E N T A

BIÓL. MARIELA SOSA ROMERO

DIRECTOR DE TESIS:

DIRECTOR: DR. VÍCTOR LÓPEZ MARTÍNEZ

CODIRECTOR: DR. ARMANDO BURGOS SOLORIO

CUERNAVACA, MORELOS

NOVIEMBRE, 2020.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
1.INTRODUCCIÓN.....	4
2.ANTECEDENTES .....	6
2.1 Generalidades de la papaya.....	6
2.1.1 Origen, distribución y producción.....	6
2.1.2 Descripción morfológica. ....	7
2.3 Sustratos .....	8
2.4 Turba de musgo (Peat moss).....	10
2.5 Lombricomposta.....	10
2.6 Trabajos previos.....	11
2.6.1 Uso de la lombricomposta como sustrato y fertilizante.....	11
3.OBJETIVOS .....	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos particulares.....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1 Área de estudio.....	16
4.1.1 Campus Chamilpa (UAEM).....	16
4.1.2 Campus Xalostoc (ESSuX-UAEM) .....	17
4.2 Obtención de los sustratos utilizados .....	17
4.2.1 Proceso de elaboración de la lombricomposta: .....	17
4.2.2 Obtención de Peat moss.....	18
4.3. Obtención de semilla.....	19
4.4 Tratamientos para plántulas .....	20
4.5 Variables no destructivas .....	21
4.5.2 Análisis de crecimiento: .....	22
4.6 Variables destructivas .....	23
5.Resultados .....	27
6. DISCUSION.....	38
7.CONCLUSIONES.....	43
8. BIBLIOGRAFÍA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

El cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) es la tercera fruta mayor consumida a nivel mundial con una amplia distribución en países tropicales y subtropicales. La variedad Maradol es una de las más comúnmente cultivadas, ya que su alto rendimiento, producción, y calidad se mantienen al ser exportadas, presentando una buena duración y buena resistencia al transporte a larga distancia. Uno de los principales problemas que cuenta el cultivo de papaya se presenta durante la etapa de almácigo, el uso de sustratos convencionales como el Peat moss representa una gran inversión económica, resultando ser inclusive un poco rentable; el uso de lombricomposta como sustrato resulta ser una opción viable para la gran mayoría de productores, resultando ser un buen medio de germinación de semillas, obteniendo resultados igual o incluso mayormente favorables que los sustratos convencionales y de costos accesibles ; el presente estudio se realizó en dos sitios que se encuentran en una variación de temperatura (Chamilpa y Xalostoc) con el fin de observar si esta variable presenta algún efecto sobre el desarrollo de este almácigo, los tratamientos utilizados fueron; 1) 100% LM, 2)100%PM (testigo), 3) 75% LM-25%PM, 4)50%LM-50%PM, 5(25% LM-75% PM. Los resultados obtenidos reportan que existe una probable relación sobre la temperatura con el tiempo de germinado, presentando el periodo más corto en observar los primeros brotes para el sitio más cálido (Xalostoc) y los más largos para Chamilpa (menos cálido), además se observó que para al menos la variable de germinación, el sustrato convencional resultó ser el que obtuvo los mejores porcentajes, siendo ser la lombricomposta el sustrato menos favorable; por lo contrario, para las variables de altura, grosor de tallo, número de hojas verdaderas, peso fresco y seco, así como la longitud de la raíz se obtuvieron los mejores resultados al utilizar la lombricomposta a concentraciones más elevadas (100% LM, 75% LM-25% PM y 50%LM-50% PM).

## 1.INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es considerado un fruto de origen centroamericano, específicamente entre México y Costa Rica (León, 1987), presenta una mayor distribución en países tropicales y subtropicales, es un fruto con un elevado valor nutritivo y de un buen sabor, llegando a ser un producto exportado en fresco seco y en productos industriales (Alonso et al., 2008). Al ser la tercera fruta más consumida a nivel mundial, la papaya representa una gran importancia desde el punto de vista económico y social (Sandoval y Gracia, 2017). En cuanto a su producción en México, de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria (SIAP) para el año 2019, el cultivo de papaya produjo un total de 1,083, 133 toneladas de fruta abarcando un total de 18,839 hectáreas.

Al igual que la mayoría de los cultivos, el almácigo, representa una de las etapas cruciales de todo el proceso de desarrollo en la planta, desempeñando un rol importante en la mejora del rendimiento y la calidad de las plantas al momento del trasplante, así como las ventajas para el establecimiento de la plantación (Kipp y Wever 2000; Ortega-Martínez et al., 2010). Uno de los factores fundamentales para la obtención de una producción de plántula de calidad aceptable es el tipo de sustrato y sus características propias de este medio de cultivo (Ortega-Martínez et al., 2010; García et al., 2011).

La turba de musgo o Peat moss es el sustratos más utilizados a nivel mundial para la producción de plántulas debido a sus características fisicoquímicas y biológicas que permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas , sin embargo, el uso de este sustrato presenta dos grandes desventajas, una de ellas es que debido a su alta tasa de explotación no sostenible ha restringido cada vez más su uso, además de ser un

producto de importación el incremento de su costo se ha ido elevando constantemente impidiendo estar a disponibilidad de la mayoría de los productores (Ocampo et al., 2005; Brito et al., 2015), para ello, existen otras alternativas de origen orgánico que cuentan con las mismas e incluso mejores características benéficas que sirven para la obtención de plántulas de calidad, siendo uno de ellos la lombricomposta, el cual es un residuo orgánico obtenido de la excreta de la lombriz californiana *Eisenia foetida*, la cual es alimentada de desechos en descomposición de materia orgánica, donde una parte de la materia orgánica ingerida es utilizada para cubrir sus necesidades fisiológicas y el resto es excretada (Friedrich, 2001). Al ser originado a partir de la descomposición de desechos, la lombricomposta, además resulta ser una opción viable desde el punto de vista económico, así como de fácil adquisición para la mayoría de los productores. El uso de lombricomposta resulta ser muy útil y variado; llegando a ser usado como mejorador de suelos o inclusive como sustrato para el crecimiento de plantas en invernadero (Morales-Munguía et al., 2009). Uno de los grandes beneficios de este sustrato brinda es que posee sustancias biológicamente activas mediante la producción de reguladores de crecimiento vegetal (Oliveira et al., 2001), además de tener la capacidad de retener la humedad, confiriéndole propiedades de aireación y drenaje incrementando hasta un 300 % el rendimiento a las plantas; entre otras ventajas, se puede mencionar la alta carga microbiana (40 millones por gramo seco), el alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos que permiten la entrega inmediata de nutrientes asimilables, la lombricomposta presenta un pH neutro, esta capacidad permite aplicar dosis sin ningún riesgo de quemar la planta además de permitir colocar semillas directamente, por estos y más beneficios, el vermicompost funge como un buen sustrato y al mismo tiempo como un abono orgánico de calidad (Arancon et al., 2003; Moreno-Reséndez et al., 2008).

Por lo antes mencionado, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el uso de lombricomposta como sustrato para el desarrollo de plántulas de papaya Var. Maradol bajo la premisa de encontrar un sustrato idóneo, de bajo costo, fácil adquisición y que

permita la producción de plántulas de calidad, capaz de sustituir a los sustratos convencionales.

## **2.ANTECEDENTES**

### **2.1 Generalidades de la papaya**

#### **2.1.1 Origen, distribución y producción.**

La familia Caricaceae consta de seis géneros y 35 especies, dentro de las cuales la papaya (*Carica papaya*) es la especie con mayor importancia a nivel comercial (Fuente y Santamaría, 2014), al ser México uno de sus puntos de origen se pueden encontrar especies cultivadas y silvestres como son Cera amarilla, Mamey, Zapote y Coco, mostrando una alta variedad morfológica en cada una de sus estructuras (Manshardt y Zee, 1994; Singh y Kumar, 2010)

En el país, la principal variedad de papaya cultivada es Maradol (Santamaría et al., 2009). Esta variedad es de origen Centroamericano entre México y Costa Rica (Gil y Miranda, 2005) la cual fue obtenida en Cuba tras el mejoramiento y el híbrido Tainung-1 siendo este de origen taiwanés (Gil y Miranda, 2005), teniendo como principales características un mayor rendimiento en cuanto a producción y calidad (Jiménez y Guadarrama, 2010; Blandria y Navarro, 2010) y para su exportación, prestando características de duración en postcosecha y su resistencia al transporte a larga distancia (Gil y Miranda, 2005) .

En cuanto a sus usos nacionales, la papaya son frutas consumidas principalmente en fresco durante todo el año obteniendo, además, la papaína, fermento de múltiples aplicaciones en tanto a la industria cervecera y medicinal, así como para la elaboración de jabones y su uso como ablandador de carnes, principalmente (Amri y Mamboya, 2012; Schweiggert et al., 2012)

México ocupa el quinto lugar a nivel internacional en producción de papaya, siendo Oaxaca, Colima, Chiapas, Veracruz, y Michoacán los principales estados productores, aportando el 81.1 % del volumen total nacional; en cuanto a la exportación, los principales países compradores de papaya Mexicana se encuentra Reino Unido, Canadá, Alemania, Países Bajos y Estados Unidos, siendo este último su principal consumidor, representando un ingreso económico de 66.8 millones de dólares a 92.8 millones de dólares en el periodo de 2013-2016 (SADER, 2017)

### **2.1.2 Descripción morfológica.**

De acuerdo a García (2009) las principales estructuras morfológicas de las plantas de papaya se describen a continuación:

**Raíz:** presenta ramificación profunda en forma radical con un metro aproximado de profundidad, flexible de color blanco. Sirve como sostén y para la absorción de agua y nutrientes.

**Tallo:** es erecto cilíndrico, tejido esponjoso, hueco de 10 a 30 cm de diámetro, corteza lisa marcada, sin ramas laterales pero algunas veces dividido en ramificaciones.

**Hoja:** están localizadas cerca del ápice del tronco, presentan un arreglo en espiral, el peciolo suele medir entre 25 a 100 cm de la largo, hueco de color gris pálido o teñido, la lámina mide de 25 a 75 cm de diámetro. La hoja cambia morfológicamente durante su desarrollo partiendo de hojas juveniles lobuladas a hojas palmeadas en estado maduro de la planta. A través de ellas se realiza la respiración y transpiración de la planta, pero su principal función es la de fotosíntesis.

Flor: la floración inicia dos a cinco meses después de trasplante, presentándose por inflorescencias axilares de tres tipos de flores; masculinas (estaminada), femeninas (pistilada) y hermafroditas.

Fruto: es una baya carnosa de siete a 60 cm de longitud de forma ovoide, con pericarpio delgado y liso de color amarillos y naranja en la madurez, su pulpa es de color rojiza-naranja con una cavidad central pentagonal. Con peso aproximado para su venta de 1.5 a 3.0 kilogramos.

Semilla: están adheridas a lo largo de sus 5 hileras del interior de la cavidad del fruto, son numerosas, de forma esférica con cinco milímetros de diámetro y 0.02 gramos de peso considerada una estructura en reposo debido principalmente a la carencia de agua y oxígeno.

### **2.3 Sustratos**

Un sustrato es considerado como el material sólido que sirve como soporte a la planta y el medio de desarrollo de sus raíces las cuales sirven para proveer agua y nutrientes (Fonteno, 1996), es utilizado para la producción de plántulas y propagación vegetativa, sustituyendo al suelo cuando este no cuenta con las propiedades fisicoquímicas para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Alarcón, 2004; Toledo, 2006; Bunt, 1988 y Abnner, 2014).

Dentro de la clasificación de los sustratos, podemos encontrar a los sustratos orgánicos naturales, tales como la fibra y polvo de coco, composta, musgo, aserrín, Peat moss y corteza de pino siendo los más comúnmente utilizados, los cuales tiene como principales ventajas la elevada porosidad, buena capacidad de aireación, y su gran aporte de nutrientes (Chávez, 2008); pese a la amplia variedad de sustratos en el mercado (Harmann et al., 2002) menciona que la elección del sustrato dependerá de la especie vegetal a propagar, el sistema de propagación, costo y sobre todo la disponibilidad y



características propias de este; mientras que (Abad y Noguera 2000) mencionan que desde el punto ambiental, los criterios para la elección de algún sustrato sin suelo son: su durabilidad y su capacidad de ser reciclados.

Cuadro 1. Clasificación de sustratos (Chávez,2008).

<b>Sustrato</b>	<b>Ejemplos</b>	<b>Características</b>
Sustratos minerales:	Arena, roca volcánica y grava.	-Alta porosidad. -Mayor aireación para la raíz. -Mayor absorción de agua y nutrientes.
Sustratos minerales tratados	Perlita, arcilla, lama de roca y vermiculita.	-Buena retención de agua. -Baja densidad aparente. -Buena aireación a la parte radicular. -Buena porosidad.
Sustratos orgánicos tratados	Espuma de poliuretano.	-Alto grado de porosidad. -Baja retención de agua. -90% de aireación.
Sustratos orgánicos naturales	Composta, fibra y polvo de coco, musgo, aserrín y Peat moss.	-Elevada porosidad. -Buena capacidad de aireación. -Alto aporte de nutrientes a la planta.

Otra de las clasificaciones que presentan los sustratos es que pueden ser sustratos inertes que son aquellos que solo brindan soporte a la planta y los sustratos activos que además de soporte proporcionan nutrimentos (Pastor, 2000; Abad et al., 2005).

La importancia de la elección de un buen sustrato radica directamente en la aportación de condiciones apropiadas al cultivo (Ocampo et al., 2005), por ende, surge la necesidad de disponer de un sustrato de calidad e inocuidad y por si fuera poco de un costo accesible.

#### **2.4 Turba de musgo (Peat moss)**

La turba de Sphagnum son plantas que no cuentan con un sistema vascular circulatorio como el resto de las plantas, es por ello que solo unos pocos centímetros de la parte arriba es que se encuentra viva y la parte de abajo se encuentra muerta siendo su principal función la absorción y retención de agua lo cual provoca la formación de pantanos alrededor de donde se desarrolla ; una de las grandes capacidades con las que cuentan las células de esta planta es que tiene la capacidad de absorber una gran cantidad de nutrientes inclusive más de los la misma planta necesita; los principales nutrientes que son absorbidos en cantidad se puede mencionar el Magnesio y el calcio (Toledo-Cháves, 2006).

El Sphagnum es considerado como el sustrato universal debido a las cualidades físicas que presenta, pero también cuenta con una gran desventaja en cuanto su obtención, las reservas de turba son ilimitadas, con un elevado costo y con una producción no sostenible impactado gravemente al ambiente (Abad et al., 2004; Fernández et al., 2006; Blok y Urrestarazu, 2010).

#### **2.5 Lombricomposta.**

La lombricomposta es un residuo orgánico obtenido de la excreta de la lombriz, principalmente de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) la cual es alimentada de desechos en descomposición donde una parte es utilizada para cubrir sus necesidades fisiológicas y el resto es excretada. Durante el proceso de alimentación, la lombriz no tritura los materiales fibrosos, sino que pasan a través de su aparato entérico sin presentar ninguna alteración. De las 8,000 especies de lombrices descritas solo 3500

de ellas han sido estudiadas dentro de las cuales la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es la más recomendada para el vermicompostaje. En cuanto al implemento para la obtención de lombricomposta no se requiere de gran inversión, ya que la lombriz roja transforma residuos en muy corto tiempo además representa una alternativa efectiva para el composteo de residuos orgánicos (Márquez-Quiroz, 2011).

Cuadro 2. Características de la lombricomposta.

Características de la lombricomposta
Sustrato de alta calidad sin alteraciones químicas y con beneficios al ecosistema.
Producción de plantas sanas, fuertes y con alto rendimiento.
Aprovechamiento de residuos orgánicos.
Alternativa de producción a bajo costo y con altos rendimientos.
Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de nutrición con actividad residual hasta de cinco años.
Alta carga microbiana: hasta con 40 millones por gramo seco ayudando a restaurar la actividad biológica del suelo.
PH neutro: esta propiedad permite aplicar dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas permitiendo además colocarla directamente en las semillas.

## 2.6 Trabajos previos

### 2.6.1 Uso de la lombricomposta como sustrato y fertilizante.

La lombricomposta en su uso como fertilizante orgánico tiene la característica de liberar lentamente sus elementos nutritivos y una gran capacidad de mezclarse con suelos permitiendo su uso inclusive en viveros forestales donde funge como acelerador

del crecimiento y desarrollo de las plántulas acotando los tiempos de producción, tal y como menciona Quiroz y Rentería (2002) al evaluar el efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y desarrollo inicial de dos especies de pinos (*Pinus oaxacana* Mirov. y *Pinus rudis* Endl.) donde el tratamiento con mayor porcentaje de lombricomposta obtuvo mayor crecimiento inicial de tallo en las plantas de cuatro meses de edad para el caso de *Pinus rudis*, mientras que para *Pinus oaxacana* resultó desfavorable, sin embargo, para variable de altura, la lombricomposta como material alternativo resultó ser el óptimo para ambas especies de pinos en vivero. Durán y Henríquez (2009) menciona que el aporte de la lombricomposta a los diferentes cultivos resultan variables; así mismo, la adición de materiales inorgánicos puede mejorar o potenciar las propiedades de ambos sustrato o fertilizantes al mezclarse sus características físicas, químicas y biológicas para algunos cultivos siendo el caso de Acevedo y Pire (2004) donde se evaluaron los efectos de diferentes dosis de lombricomposta a base de estiércol de ganado vacuno y pergamino de café como sustrato usando solo y conjuntamente con fertilizantes nitrogenados como base para el crecimiento de la papaya obteniendo resultados favorables en las variables de área foliar, altura, diámetro de tallo y masa seca total a diferencia la variable de crecimiento donde la combinación de la lombricomposta con el fertilizante nitrogenado proporciono los mayores valores.

La lombricomposta presenta una capacidad de intercambio catiónico y una gran retención de humedad confiriéndole al suelo un fácil drenaje y la aireación del mismo, aumentando hasta un 300% el rendimiento de diversas especies vegetales, lo que lo hace ser clasificado como un abono orgánico, mejorador de suelos y medio de crecimiento de calidad (Atiyeh et al., 2002; Moreno-Reséndez et al., 2008), tal y como reporta Quesada y Méndez (2005) donde al analizar químicamente materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas reportó que la lombricomposta en un sustrato a base de broza de café presentó un elevado aporte nutricional donde se concluye que este sustrato tiene un alto potencial para la elaboración de almácigos mientras que Ortega-Martínez et al., (2010) al evaluar diferentes sustratos para el

crecimiento del cultivo de plántulas de tomate obtuvo que la turba fue el sustrato que presentó los valores más altos en la mayoría de las variables a medir, pero el aserrín y la lombricomposta también arrojaron valores significativos tanto en la capacidad de absorción de agua (CAA) lo cual favoreció a la germinación y emergencia de plántulas, siendo el mismo caso para las variables del crecimiento, plantas con mayor peso seco, altura, y el diámetro del tallo obteniendo como resultado que la lombricomposta y el aserrín resultan ser una opción viable y económica en cuanto a la producción de plántulas para este cultivo

Debido a la amplia gama de propiedades benéficas presentes en la composta se ha observado en algunos casos puede llegar a sustituir en un 100 % el uso de fertilizantes químicos obteniendo los mismos o mejores resultados que con el uso de estos al lograr abastecer las necesidades y nutrimentos de algunos cultivos (García, 2006) siendo el caso de Ortiz et al., 2010 al evaluar la dosis de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollitas cambray (*Allium cepa*) y teniendo como testigo la fertilización química, los resultados revelaron que las plantas pertenecientes a los tratamientos con lombricomposta obtuvieron una mayor altura con respecto al testigo así como en las variables de peso seco, lo mismo ocurrió en las variables del tamaño de la cebollita, índice de cosecha, contenido de nitrógeno y fósforo en hojas la combinación 50-50 de vermicomposta + arena igualaron al tratamiento testigo; como fuente de nutrimento, el crecimiento y la producción de cebollitas resultó similar a lo obtenido en la fertilización química lo que demuestra que la lombricomposta es capaz de abastecer los nutrimentos de esta especie. Sin embargo, Rodríguez y Cano (2007) reportan que en la producción de tomate al utilizar como sustrato arena + fertilizantes obtuvieron una producción mayor con un 20% a la mezcla de vermicomposta, mientras que, para el peso seco, tamaño del fruto, peso seco, índice de cosecha, así como el contenido de nitrógeno y fósforo en hojas el tratamiento de arena + vermicomposta (50-50) igualaron el tratamiento testigo.

En la horticultura, el uso de sustratos convencionales como la tierra de monte representa una problemática debido al impacto ambiental que la extracción de este genera representando un recurso difícilmente renovable (Acosta-Durán, 2012), es por ello que los productores han optado por la búsqueda de sustratos que les brinden los mismos resultados teniendo como ventaja que la adición de este sustrato favorece el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo como de los sustratos naturales y sintéticos (Atiyeh et al., 2001) siendo el caso de la lombricomposta complementado con sustratos resultado de residuos agroindustriales tales como la cascara de arroz ya aserrín resultando una opción innovadora, viable, de bajo costo para la producción de cultivos ornamentales tal y como Acosta-Duran et al., (2017) al utilizar la vermicompost como sustrato para el cultivo de Belén (*Impatiens walleriana* Hook. f.) evaluando el diferentes porcentajes de lombricomposta y un sustrato general (compuesto de tierra de monte, fibra de coco y aserrín de madera) para determinar el nivel óptimo para utilizarlo como medio de sustrato en contenedor se encontró que al utilizar vermicompost en concentraciones de un rango de 75-100% permitieron un buen desarrollo vegetativo donde presentaron los mayores promedios en las variables de altura, peso fresco y seco de vástago, diámetro del tallo, longitud, peso fresco y seco de la raíz así como el número de hojas y el diámetro de la flor concluyendo que el caso del Belem sin duda el uso de vermicompost al 100% fue la mejor de todos los tratamientos y que puede sustituir a la fertilización química para este cultivo.

Pérez et al., (2017) ; al usar el humus de lombriz y jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Mart.) para el cultivo de pepino se obtuvo que al mezclarse ambos sustratos se logro obtener un buen desarrollo en las variables de crecimiento y de producción debido a su gran aporte de macro y micronutrientes, concluyendo donde una vez mas se demuestra que el uso de la lombricomposta como fertilizante orgánico representa una alternativa viable ante el uso excesivo de los fertilizantes químicos de igual manera Reyes-Pérez (2018) quien utilizo la mezcla de lombricomposta y jacinto de agua para el desarrollo y crecimiento de la berenjena (*Solanum melongena* L.) la mezcla de 50-50 de ambos sustratos estimulo el crecimiento y rendimiento de la berenjena respecto a la

fertilización química comúnmente utilizada aportando nutrientes y sustancias bioactivas de la lombricomposta complementándose con los oligoelementos como el azufre aportados por el jacinto de agua; se observó que los beneficios de la mezcla de estos sustratos fueron visibles desde las primeras cosechas obteniendo mayores dimensiones y peso en los frutos permitiendo una mejor comercialización además de presentar una ventaja sobre el costo de su producción al ser un cultivo libre de fertilizantes químicos.

Finalmente Acevedo-Alcalá et al., (2020) al evaluar distintos estiércoles locales, fertilización química y abonos orgánicos para la producción de plántulas de chile poblano dentro de los cuales se utilizó fernetol 20% abono orgánico comercial obtenido por lombricomposta se obtuvo un mayor acumulación de materia seca, un valor contenido de clorofila a siendo estas las principales variables donde el porcentaje de lombricomposta presentó sus más altos valores concluyendo que no es necesario la aplicación de altas dosis de fertilizantes químicos para la obtención de plántulas de chile poblano de calidad.

## **OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la lombricomposta sobre el desarrollo de las plántulas de la papaya (*Carica papaya* L.) cv. Maradol.

### **3.2 Objetivos particulares**

- Analizar el desarrollo de plántulas de papaya Cv. Maradol producidas con lombricomposta.

- Determinar la proporción de lombricomposta para un óptimo desarrollo de plántulas de papaya Cv. Maradol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El estudio se desarrolló en dos campus de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM); Campus Chamilpa y Campus Xalostoc-Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (ESSuX.), ambas repeticiones se llevaron a cabo en el periodo agosto- noviembre del año 2019 (Fig.1)

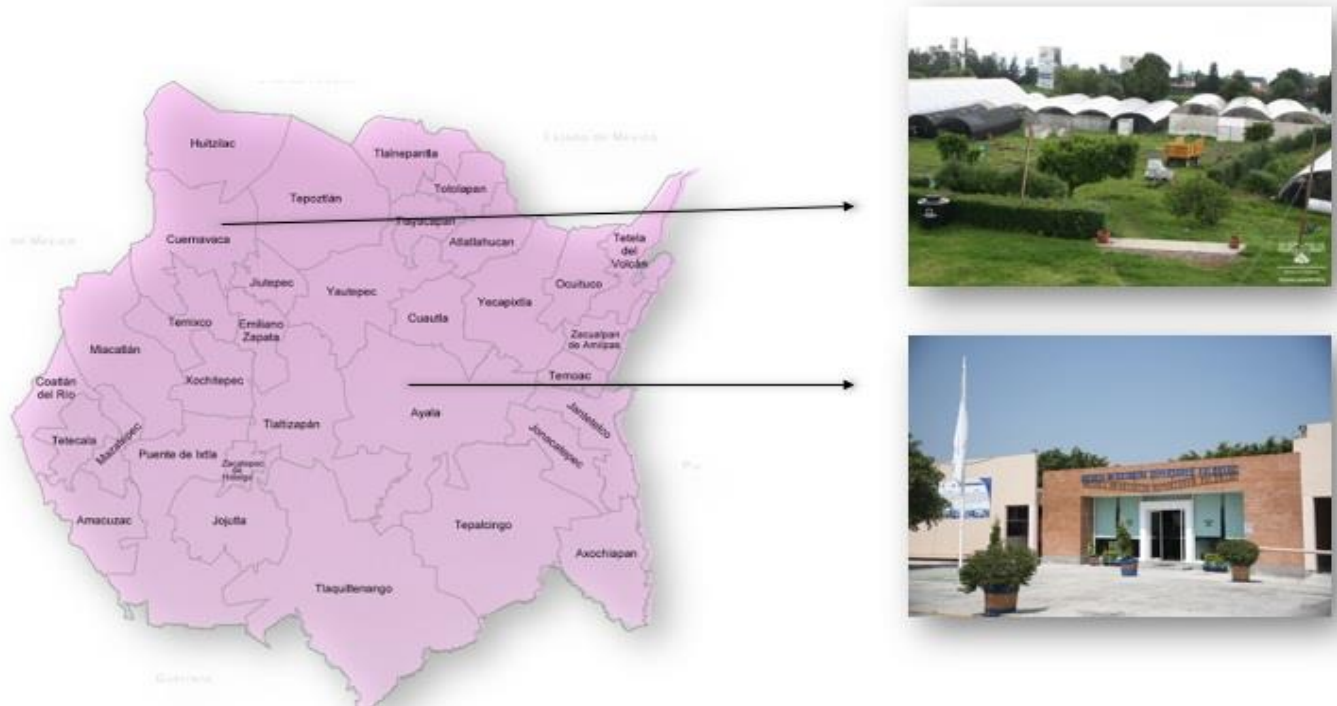


Figura 1. Ubicación de la zona experimental.

#### 4.1.1 Campus Chamilpa (UAEM)

El poblado de Chamilpa está situado dentro de la localidad de Cuernavaca en el municipio de Cuernavaca, Morelos. Dicho sitio se encuentra ubicado en las coordenadas 18°58'55.4"N 99°13'59.4"W con una altitud de 1878 msnm (Google



Earth,2020). Presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad C(W2). La temperatura media anual es de 21.1 °C con una precipitación media anual que oscila entre los 800 y los 1,500 mm. Los meses que presentan mayor temperatura son en abril y mayo entre 24°C y 28°C, los meses más fríos son diciembre y enero llegando a hasta los menos 15° C (INAFED, 2020)

#### **4.1.2 Campus Xalostoc (ESSuX-UAEM)**

La Escuela de estudios superiores de Xalostoc se la Universidad Autónoma del Estado de Morelos se encuentra ubicada en el ejido de Xalostoc, perteneciente al municipio de Ayala Morelos en las coordenadas 18°44'36.30" latitud Norte y 98°54'31.88" longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich con una altura de 1293 msnm (Google Earth,2020).

El clima predominante en este sitio es el cálido, humedad baja con precipitaciones que oscilan entre 720 y 820 mm y tiene una temperatura media anual de 24°C, con vientos de noroeste a suroeste (INAFED, 2020).

### **4.2 Obtención de los sustratos utilizados.**

#### **4.2.1 Proceso de elaboración de la lombricomposta:**

Paso 1-

Se colocan 10 cm de materia orgánica (hojas, frutos, estiércol entre otras), posteriormente se humedece con la suficiente agua para alcanzar una humedad promedio de entre el 70 y el 80%.

Paso 2

Posteriormente se agregan un aproximado de 20 a 30 organismos adultos de la lombriz roja californiana.

Paso 3

Una vez agregados los organismos se dejan un aproximado de 10 días para que los organismos degraden la materia orgánica presente, alcanzados los 10 días se volverá

agregar una cantidad que alcance unos 10 cm del estanque para que la lombriz siga degradando la materia orgánica. Además, se colocará agua suficiente para mantener la humedad necesaria para un correcto desarrollo del organismo.

#### Paso 4

Aproximadamente a los cuatro meses se obtendrá el humus listo para su utilización como sustrato.

#### Composición química nutrimental de la lombricomposta utilizada

Cuadro 3. Composición química de la lombricomposta.

Composición química							
Muestra	Clave	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Na
LOMBR.	180	4.361	1.11	0.26	0.95	1.31	0.06

#### 4.2.2 Obtención de Peat moss

La composición del Peat moss fue tomada de la página oficial de Cosmocel (Cuadro 4).

Cuadro 4. Composición del Peat moss.

COSMOPEAT® Sustrato para propagación de plántulas

#### Principales características técnicas

Clasificación de fibra	Fina
Proporción de fibra gruesa (+9 mallas)	19-24 %
Proporción de fibra media (+20 malla)	22-39%
Proporción de fibra fina (+100 mallas)	38-54%

Vermiculita	Fina
pH	5.5-6.5
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	0.6-0.8
Contenido de humedad (%)	45-50
Contenido de materia orgánica (%)	68-82
Contenido de ceniza	18-32
Densidad específica (kg/m <sup>3</sup> )	130
Capacidad de retención de humedad	8x-10x con base a peso seco

#### **4.3. Obtención de semilla**

. Las semillas fueron pertenecientes a la segunda generación filial (F2).

Proceso de pregerminado de semillas.

El proceso de pregerminado facilita, acelera y homogeneiza el proceso de germinación para la semilla, el cual consiste en hacer un preacondicionamiento hídrico en el cual las semillas son colocadas en un recipiente con agua durante 72 horas (Rodríguez y Cruz, 2003).

Paso 1. Una vez obtenida la semilla se retiró la cubierta seminal mucilaginosa y se colocó en un recipiente con agua limpia durante 72 horas. Una vez pasada las 48 horas de remojo, las semillas que flotaron fueron eliminadas.

Paso 2. Pasado las 72 horas, en un recipiente se colocaron servilletas de papel absorbente previamente humedecidas con agua, enseguida fueron colocadas las semillas y cubiertas por servilletas húmedas.

Paso 3. El recipiente fue colocado en un lugar oscuro a temperatura ambiente. Las servilletas de papel fueron constantemente humedecidas con el fin de evitar el secado de estas e impedir el proceso de hidratación de las semillas.

Paso 4. Después diez días, las semillas que presentaban la radícula fueron llevadas al campo experimental para su posterior sembrado en las charolas.

#### **4.4 Tratamientos**

Se prepararon cinco mezclas con la lombricomposta y el Peat moss, el cual es un sustrato usado convencionalmente por los productores el cual fungirá como testigo. Se obtuvieron los siguientes tratamientos experimentales.

1. 100% Lombricomposta
2. 100% Peat moss
3. 75% Lombricomposta 25% Peat moss
4. 50% Lombricomposta + 50% Peat moss
5. 25% Lombricomposta +75% Peat moss +

Como unidad experimental se utilizará una semilla, utilizando diez semillas por tratamiento.

Preparación de los tratamientos:

1. Se utilizaron charolas de germinación de 50 cavidades las cuales son recomendables para no limitar el desarrollo de raíz de la planta.
2. En un vaso de precipitado de 1000 ml se colocaron los diferentes porcentajes de los tratamientos, posteriormente en un recipiente se vaciaron las mezclas donde además se colocó agua para humedecer los sustratos.
3. Una vez colocados los sustratos en las respectivas charolas se procedió a realizar la siembra manualmente, se colocó una semilla por cavidad de aproximadamente un cm de profundidad, la cual, una vez puesta la semilla fue cubierta con el mismo sustrato.
4. Para finalizar, las charolas fueron colocadas en el invernadero del campo experimental de la facultad de Ciencias Agropecuarias (UAEM) y en la Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc (EESuX).

5. Cuidados de las plántulas: durante el crecimiento y desarrollo de las plántulas se aplicaron riegos cada tercer día, sin llegar al exceso de la humedad (Fig. 2).

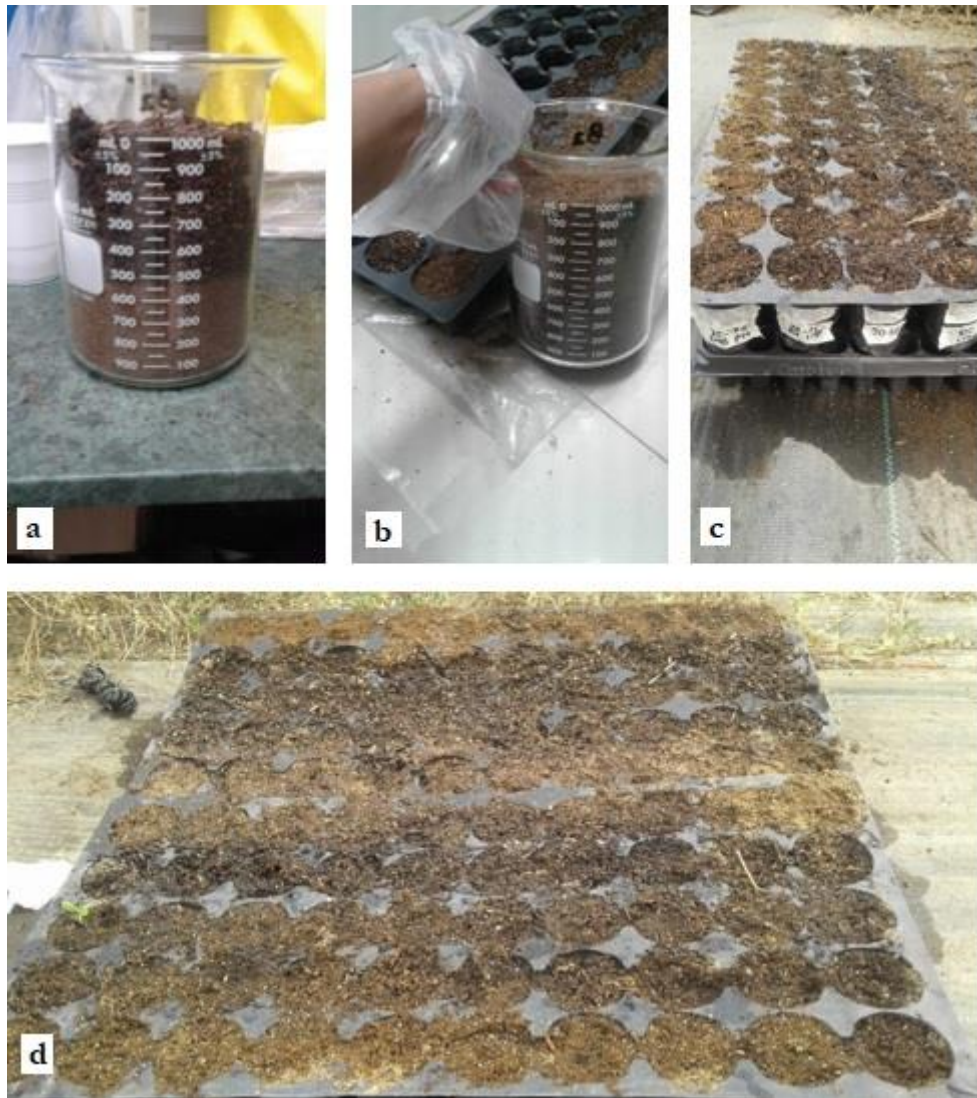


Figura 2. a) Colocación de porcentajes de los sustratos b) Mezclado y llenado de charolas c) Regado d) Charolas en el invernadero.

#### 4.5 Variables no destructivas.

Las variables no destructivas son aquellas que durante el proceso de su toma la plántula no sufrió ningún daño en ninguna de sus estructuras. Dentro de estas variables se encuentran: la altura, diámetro del tallo y el conteo del número de hojas verdaderas presentes en las plántulas.

#### 4.5.1 Porcentaje de germinación

La germinación se define como el proceso fisiológico en el cual reinicia el crecimiento del embrión, comenzando con la inhibición de la semilla y terminando en la emergencia de la radícula (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

##### Gráficas de capacidad de germinación

En este tipo de gráficas se coloca el número de semillas germinadas o el porcentaje final de germinación en cada tratamiento, este tipo de graficas es muy recomendable ya que permite comprara muestras que no tienen el mismo tamaño observando el efecto de los diferentes tratamientos en la capacidad germinativa sin mostrar la distribución de la germinación en el tiempo. (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996).

##### Fórmula para calcular el porcentaje de germinación

$$\frac{\text{Numero de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas}} \times 100 = \text{Porcentaje de germinación}$$

#### 4.5.2 Análisis de crecimiento:

##### Altura y grosor de tallo

Este análisis consiste en una aproximación cuantitativa esto para entender el crecimiento de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas (Clavijo, 1989). Este tipo de análisis se ve influenciado por factores que intervienen en el desarrollo de la planta y su rendimiento todo esto a través de la acumulación de materia seca a lo largo del tiempo (Gardner et al., 1985).

Toma de datos para las variables no destructivas:

1. Se realizó un monitoreo diario para observar a los cuantos días las plantas realizan la emergencia del sustrato, contabilizando el total de plántulas normales y semillas sin germinar.
2. Altura de Plántula: Con una regla de 30 cm fue medida desde la base al nivel del suelo hasta la punta de la hoja apical.
3. Grosor del tallo: un vernier fue medido en la parte media del tallo.
4. Conteo de hojas verdaderas: el conteo de hojas verdaderas se realizó mediante un conteo directo por unidad experimental (planta) (Fig.3).

Transcurridos tres meses después de su sembrado, las plántulas fueron trasladadas al laboratorio para la toma de datos de las variables destructivas.



Figura 3. a) Altura b) Grosor de tallo c) Conteo de hojas verdaderas Variables destructivas.

#### 4.6 Variables destructivas

Las variables destructivas son consideradas aquellas que para la obtención de sus datos las plántulas sufrieron daños en todas sus estructuras al momento de su evaluación.

##### 4.6.1 Peso fresco y seco en las plántulas.

Durante la etapa juvenil de la plantas, el contenido de agua es mayor presentando una gran disminución conforme se avanza a la madurez, esto se debe a que las plantas jóvenes cumplen con importantes funciones de cambios de gases, fotosíntesis y el transporte de nutrimentos y minerales lo cual constituye la mayor parte del peso fresco; en el caso de las hojas, la disminución de apenas el 30% del contenido de agua presente en ellas podría causar la muerte de estas estructuras (Ludlow y Muchow, 1990; Loomis y Connor, 1992). A medida que la planta crece el tallo es la estructura que representa en mayor proporción del peso seco, ya que la planta se vuelve mas fibrosa debido a la aparición de estructuras como las ligninas y las hemicelulosas (Bänziger, 1997).

En el laboratorio de Producción Agrícola 2 fueron tomadas al azar tres plantas por tratamiento las cuales fueron retiradas del sustrato para ser lavadas con agua potable con el fin de eliminar los residuos del sustrato, enseguida se pusieron a sobre hojas de papel durante media hora para retirar el exceso de agua, enseguida se procedió hacer la toma de datos de las siguientes variables:

Talla y peso fresco de raíz y parte área.

1. Con ayuda de un cúter las plántulas fueron divididas en parte aérea y la raíz
2. Para medir ambas partes por separado, con una regla de 30 cm fueron tomados los datos de talla para ambas estructuras.
3. Con una balanza analítica de precisión de 0.0001 g fueron pesadas ambas estructuras.
4. Una vez terminado el peso de todas las 15 plántulas en bolsas de papel del número 6, de manera individual fueron colocadas las plántulas con su respectiva etiqueta (fecha, número de tratamiento y el número de repetición) (Figura 4).
5. Finalmente, las bolsas fueron colocadas en la estufa a una temperatura de 65 °C durante 72 h (Fig. 4).



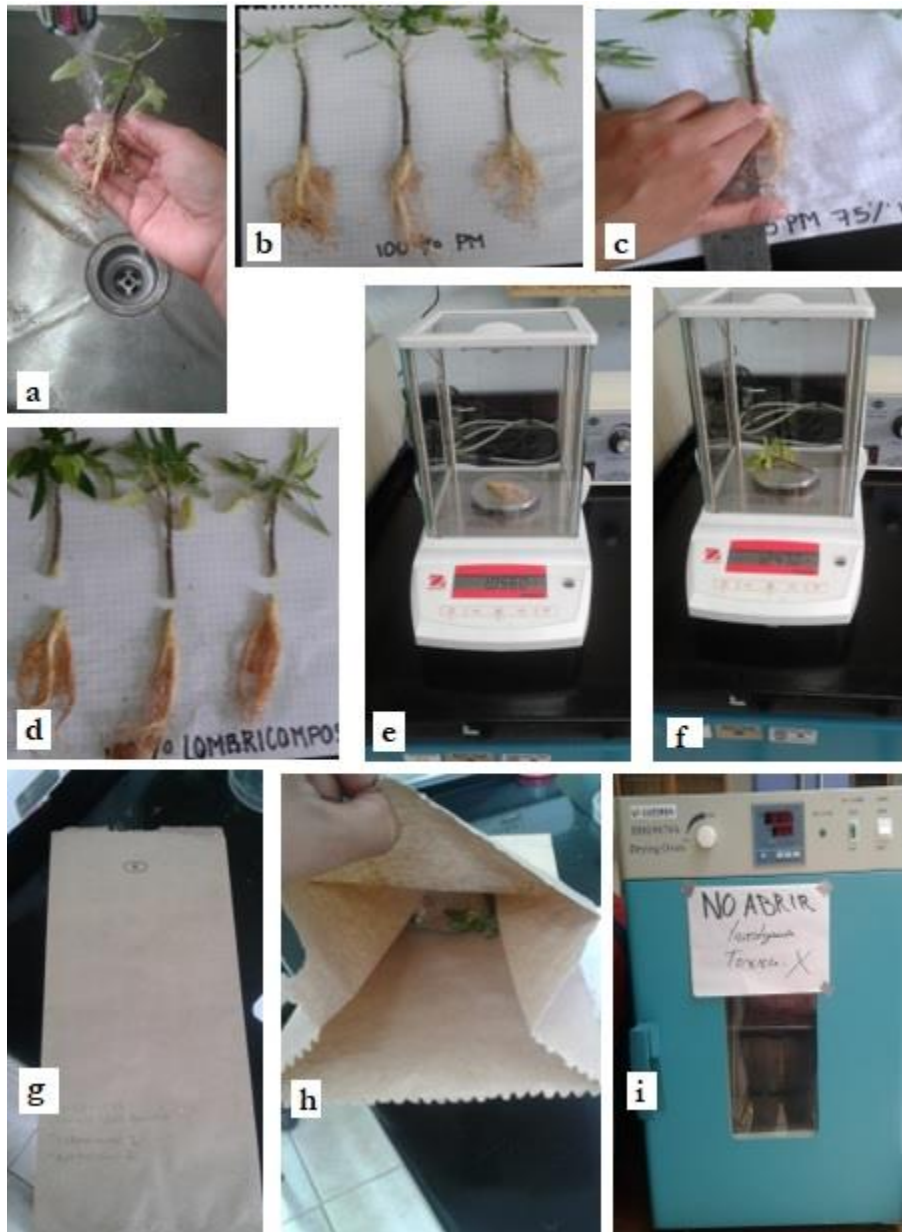


Figura 4. a) eliminación de sustrato b) escurrimiento y secado c) medición d) división de la plántula e) pesado de la raíz f) pesado de la parte aérea g) etiquetado de bolsas h) colocación de la planta dentro de la bolsa i) plantas en la estufa

### Peso en seco de la raíz y parte aérea

- 1- Una vez de retirar las plantas de la estufa de procedió a pesar nuevamente con ayuda de la balanza analítica de precisión de 0.0001 g.
- 2- Después del pesado las muestras fueron colocadas dentro de bolsas de celofán para evitar la absorción de humedad.
- 3- Una vez colocadas las 15 muestras en las bolsas con su respectiva etiqueta (fecha, número de tratamiento y número de repetición) fueron colocadas dentro de una bolsa de papel sellada con cinta adhesiva y almacenada en el laboratorio de producción agrícola 2 en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UAEM)(Fig.5).

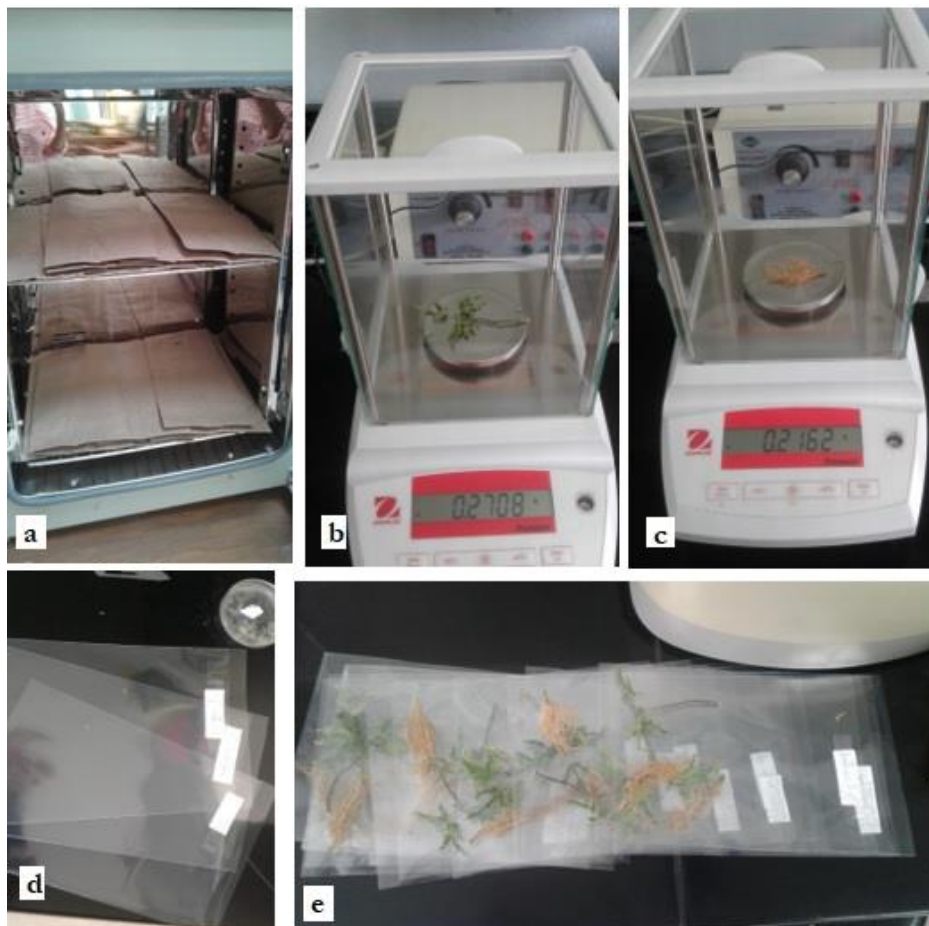


Figura 5. a) extracción de plantas de la estufa b) peso de la parte aérea c) peso de la raíz d) etiquetado de las bolsas de celofán e) muestras en las bolsas de celofán

Todos estos datos fueron vaciados en una base de datos en Excel tomando la siguiente información por variable: fecha, tratamiento, repetición.

## 5.RESULTADOS

Para analizar el desarrollo que tuvieron las plántulas de papaya sobre los distintos porcentajes de lombricomposta aplicado en cada uno de los tratamientos, se llevaron a cabo los siguientes análisis.

1.2 Porcentaje de germinación por sitios.

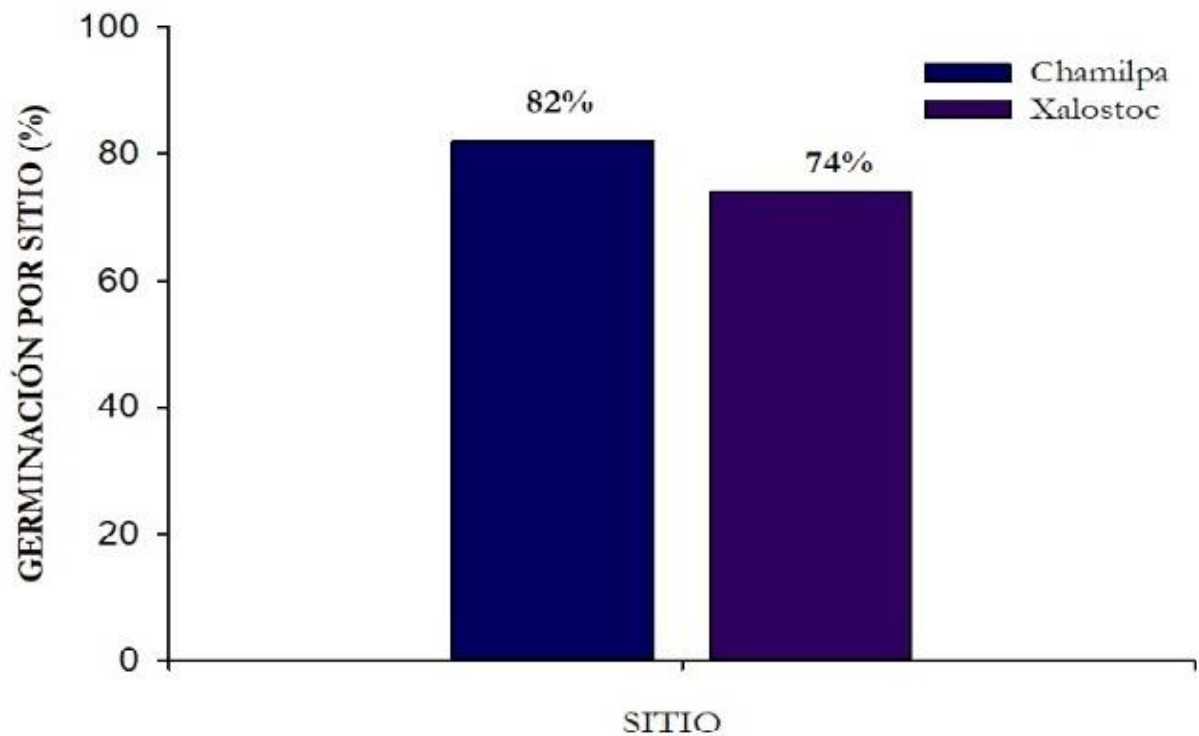


Figura 6. Porcentaje de germinación por sitios.

Al realizar el conteo del total de plántulas germinadas por sitio (Fig.6), se observó que para el campus Chamilpa, de las 50 unidades evaluadas se obtuvo el brote de 41 ejemplares a lo que equivaldría al 82% total de la muestra; para el caso de el sitio ubicado en ESSUX-UAEM, se obtuvo un brote de apenas 37 plántulas equivalente al 74% de la muestra.

Porcentaje de germinación por tratamientos

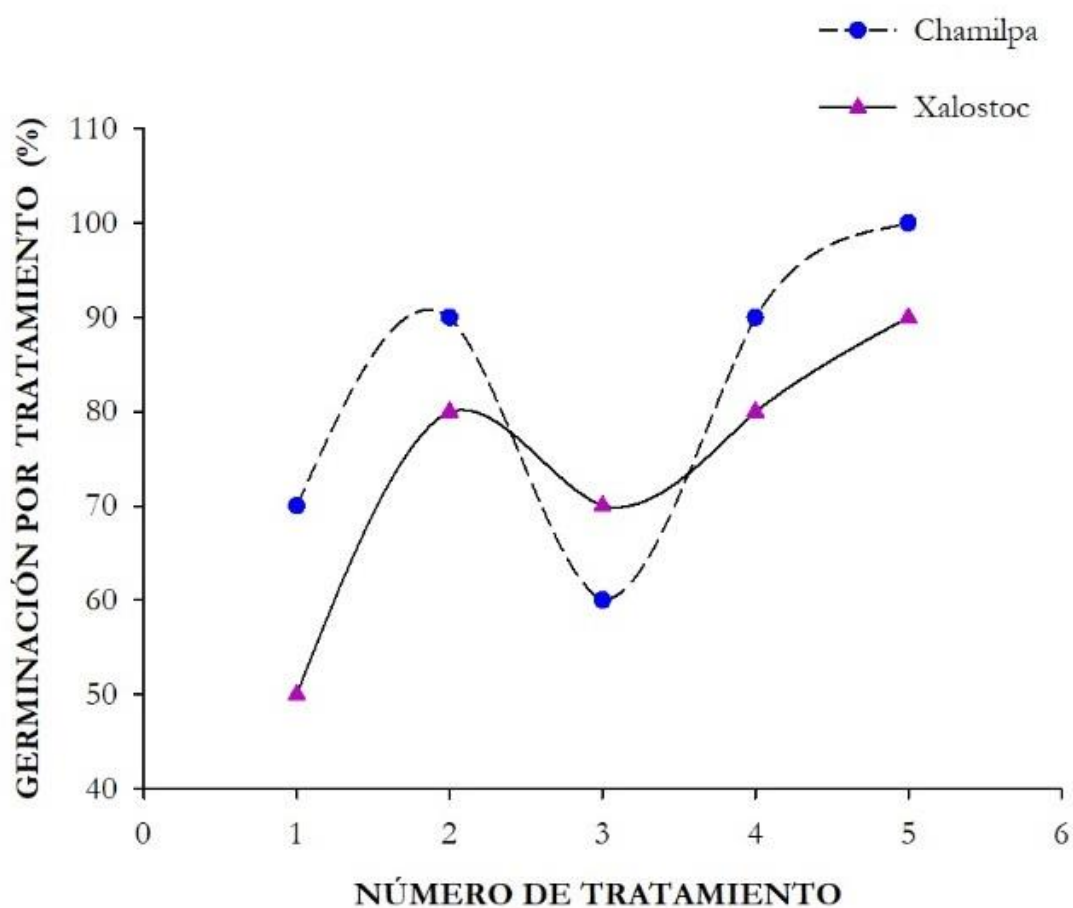


Figura 7. Porcentaje de germinación por tratamiento.

Como se observa (Fig.7), para el sitio ubicado en el campus Chamilpa el tratamiento cinco(25% LM-75%PM) fue el que obtuvo el 100% del brote de plántulas seguido del tratamiento dos (100% PM) y el tratamiento cuatro (50%LM-50% PM) con el 90 % porcentaje de germinación, siendo los tratamientos uno (100% LM) con el 70% y el tratamiento tres (75% LM-25% PM) con el 60% ; para el sitio ubicado en el campus de Xalostoc, similar al sitio ubicado en Chamilpa, el tratamiento cinco obtuvo el porcentaje más alto con el 90% seguido del tratamiento dos y cuatro con el 80 % y finalmente los tratamientos tres y tratamiento uno con el 70% y el 50% respectivamente, obteniendo resultados similares en ambos sitios donde los tratamientos con mayor porcentaje de Peat Moss y mínima concentración de Lombricomposta fueron los que presentaron los mayores porcentajes de germinación en las semillas mientras que los tratamientos contenían una mayor concentración de lombricomposta y mínima de Peat Moss obtuvieron los porcentajes más bajos.

Tiempo de germinación por tratamiento.

El tiempo en que las plántulas llegaron a su altura óptima para el trasplante (15-20 cm), para ambos tratamientos fueron a partir de las 12 hasta las 13 semanas.

Cuadro5. Tiempo de germinación por tratamiento en Chamilpa.

Semanas	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
100% LM	0	3	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
100% PM	0	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
75% LM-25% PM	0	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
50% LM- 50% PM	0	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
25% LM-75% PM	0	2	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

S: Semana, LM: Lombricomposta, PM:Peat Moss

En el cuadro 5 se puede observar el número de plántulas que fueron germinando a lo largo de las 13 semanas que duro el experimento, presentando una ausencia de brotes para la primera en todos los tratamientos; para la segunda semana, todos los tratamientos reportaron brotes de apenas dos o tres plántulas siendo la tercera donde los tratamientos tres, cuatro y cinco se germinó el total de su porcentaje de plántulas, mientras que para los tratamientos uno y cinco la semana cinco fue donde obtuvieron su total de porcentaje germinado. Para este caso no se encontró relación con el efecto de la concentración que tenían cada uno de los tratamientos con la variable del tiempo.

Cuadro 6. Tiempo de germinación por tratamiento en Xalostoc.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
100% LM	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
100% PM	2	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
75% LM-25% PM	1	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
50% LM- 50% PM	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
25% LM-75% PM	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

S: Semana, LM: Lombricomposta, PM:Peat Moss

En el cuadro 6, se observa que para el caso del sitio ubicado en Xalostoc, a diferencia del sitio anterior, los tratamientos uno, dos, tres y cuatro reportaron brotes de dos y uno desde las primer semana, para la segunda semana los tratamientos uno, tres cuatro y cinco reportaron el total de sus porcentajes de germinación, siendo el tratamiento dos el único que presento el total de su porcentaje de germinación hasta la semana tres; similar al anterior sitio, no se encontró relación directa con los porcentajes de los diferentes sustratos contenidos en cada uno de los tratamientos con el tiempo, pero si con la variable de temperatura, ya que entre ambos sitios existe una diferencia significativa entre esta.

Variables no destructivas

Se realizaron las pruebas de normalidad y de homocedasticidad de la varianza (prueba de Barlett), y al no pasar las pruebas, se seleccionó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la existencia de diferencia estadística entre tratamientos y la prueba de Dunnest para definir la agrupación estadística con el uso de RStudio (Cuadro 7, Cuadro 8).

Cuadro 7. Valores del campus Chamilpa.

Variable	Chi-cuadrada	Valor de p
Altura (cm)	10.448	0.03352
Tallo (cm)	40.201	3.933e-08
Número de hojas	33.015	1.186e-06

Cuadro8. Valores del campus Xalostoc.

Variable	Chi-cuadrada	Valor de p
Altura (cm)	16.738	0.002174
Tallo (cm)	150.83	2.2e-16
Número de hojas	33.015	1.186e-06

Cuadro 9. Variables no destructivas

Tratamientos	Chamilpa			Xalostoc		
	Altura	Tallo	No. de hojas	Altura	Tallo	No. de hojas
<b>100% LM</b>	AB	A	AB	C	A	A
<b>100% PM</b>	AB	A	B	BC	C	BC
<b>75% LM-25% PM</b>	A	B	A	AB	B	C
<b>50% LM- 50% PM</b>	B	A	B	AB	B	C

**25% LM-75% PM**

AB

A

B

BC

B

B

Como se observa en el cuadro 9, para sitio de Chamilpa en la variable de altura el tratamiento tres y cuatro presentaron diferencias significativas entre ellos siendo el tratamiento tres (75% LM-25%PM) el cual contenía la mezcla de ambos sustratos evaluados con una mayor concentración de lombricomposta obtuvo los mejores valores mientras que el tratamiento tres (50%LM-50%PM) fue la mezcla con los valores más bajos para esta variable, mientras que en los tratamientos uno, dos y cinco no se observaron diferencias significativas. Los resultados para el diámetro de tallo en este sitio a diferencia de la variable de la altura, el tratamiento tres (75% LM-25%PM) fue el que obtuvo los valores menos favorables presentando un a diferencia significativa con los tratamientos uno, dos, cuatro y cinco. Finalmente, para el número de hojas verdaderas se observó una diferencia significativa entre el tratamiento tres (75% LM-25%PM) y los tratamientos dos, cuatro y cinco mientras que el tratamiento no presentó ninguna diferencia.

Para Xalostoc, en la variable de altura se presentaron diferencias significativas donde los tratamientos tres y cuatro no presentaron diferencias significativas pero son los que obtuvieron las mejores alturas seguidas del tratamiento dos y cinco resultando el tratamiento uno el menos favorable para esta variable; en cuanto al diámetro del tallo para este sitio a diferencias de la variable anterior, el tratamiento uno fue el que presento los valores más favorables presentando una diferencias significativa con el tratamiento dos donde se observó que el concentrado del 100% de lombricomposta resulta una opción viable para la obtención de tallos de buen grosor siendo el Peat Moss el menos favorable, finalmente, para la variable del número de hojas verdaderas, similar a la variable del diámetro de tallo, el tratamiento uno fue el que obtuvo la menor perdida de hojas durante todo la evaluación del experimento presentando una diferencia significativa con los tratamientos tres y cuatro los cuales obtuvieron los valores menos favorables.



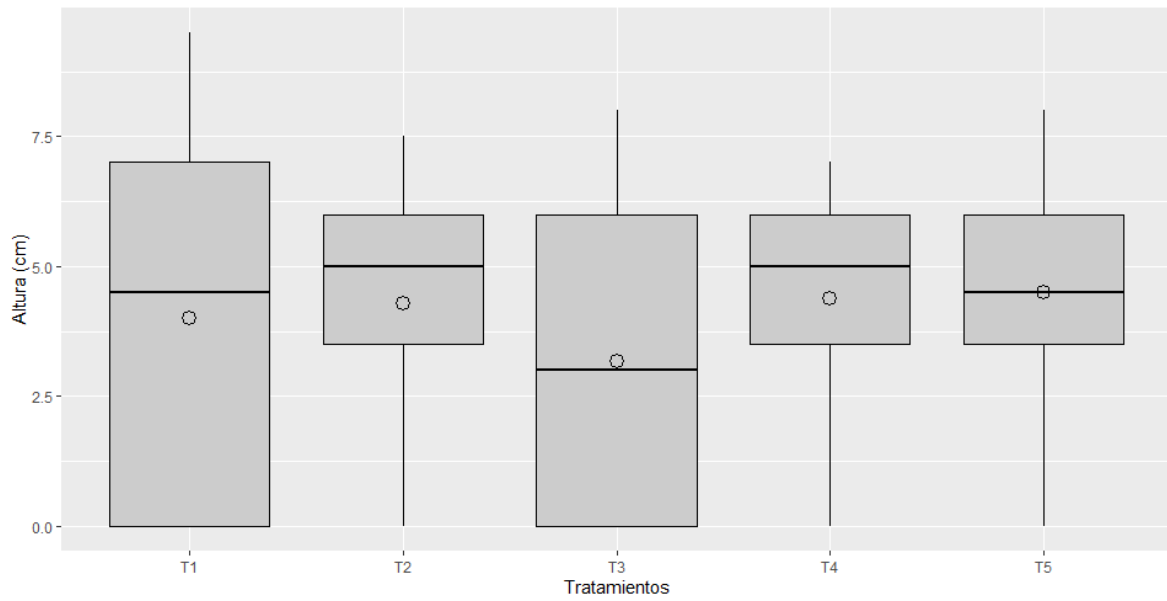


Figura 8. Altura del las plántulas en el campus Chamilpa.

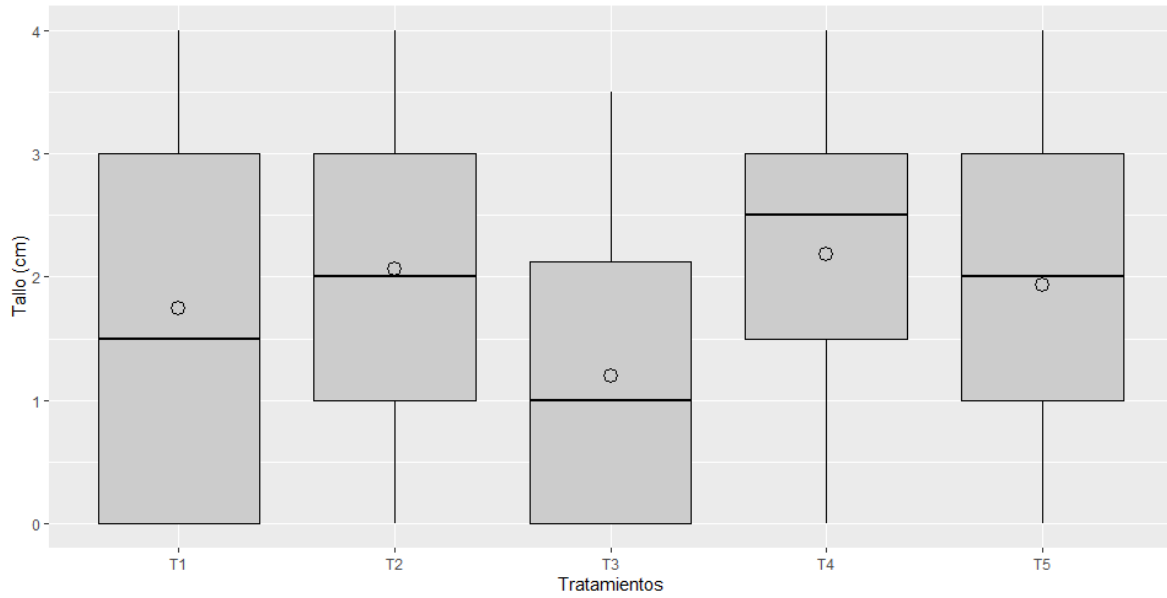


Figura 9. Diametro de tallo del las plántulas de papaya en el campus Chamilpa.

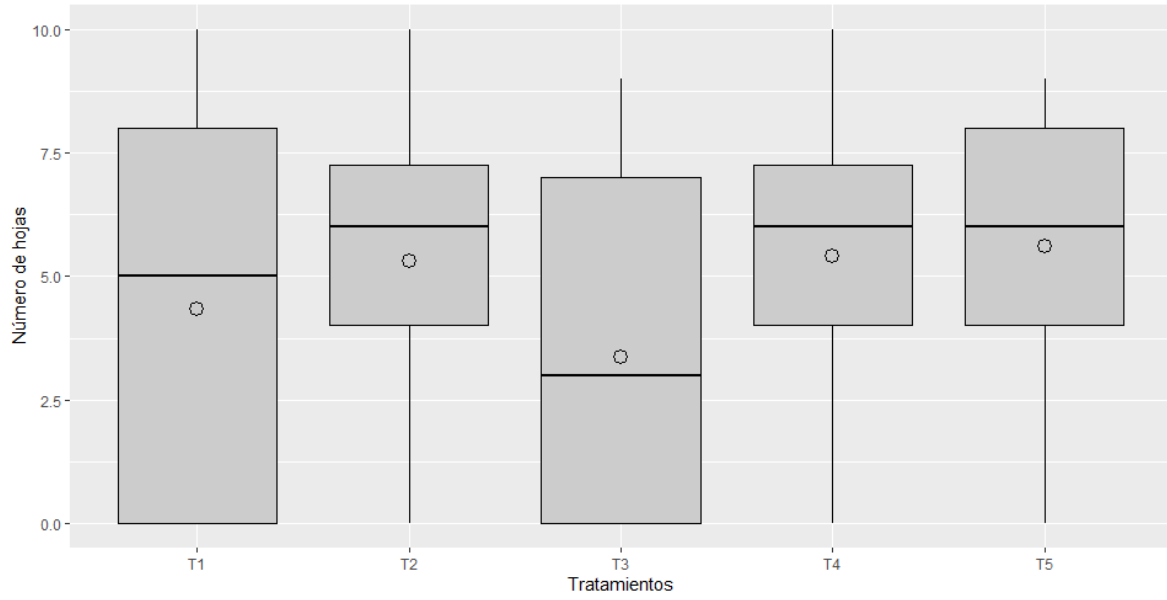


Figura 10. Número de hojas verdaderas presentes en las plántulas de papaya ubicadas del campus Chamilpa.

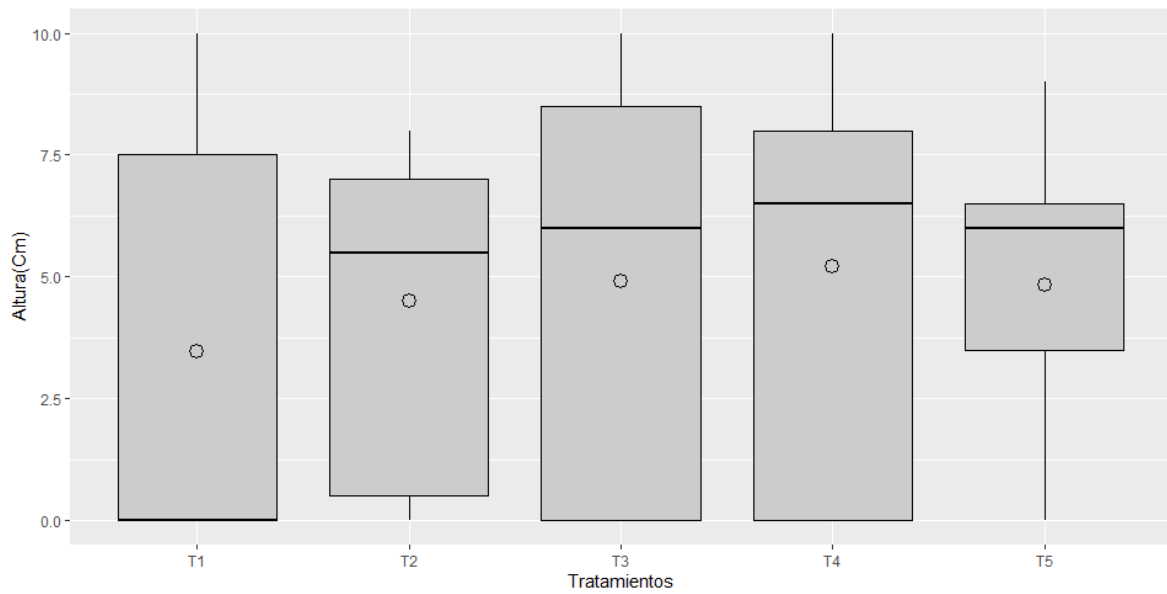


Figura 11. Altura del las plántulas en el campus Xalostoc.

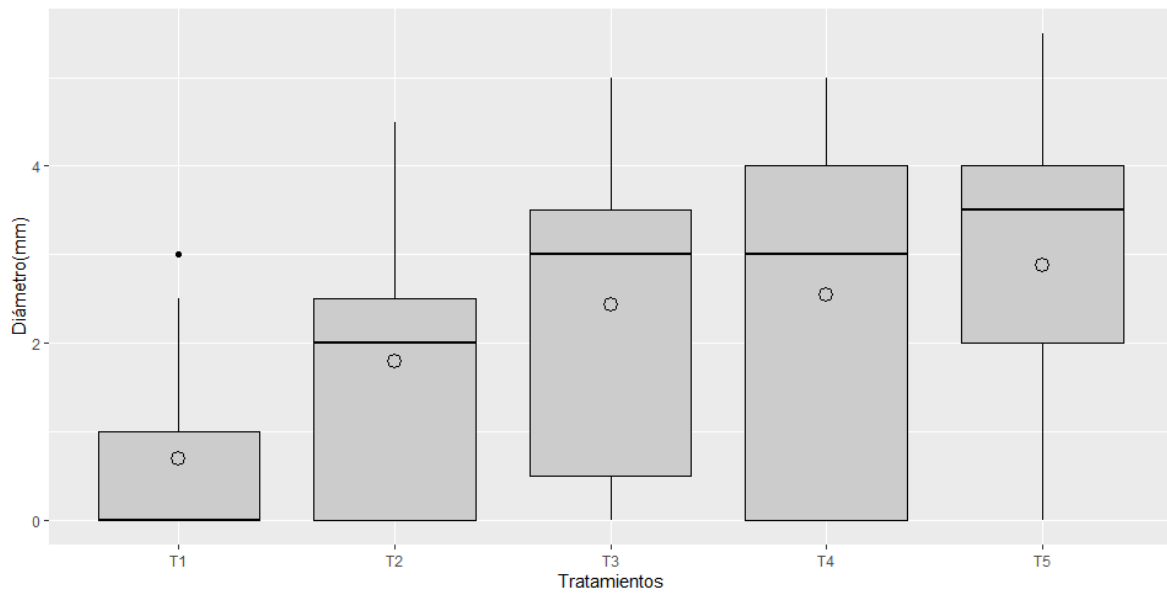


Figura 12. Diametro de tallo del las plántulas de papaya en el campus Xalostoc.

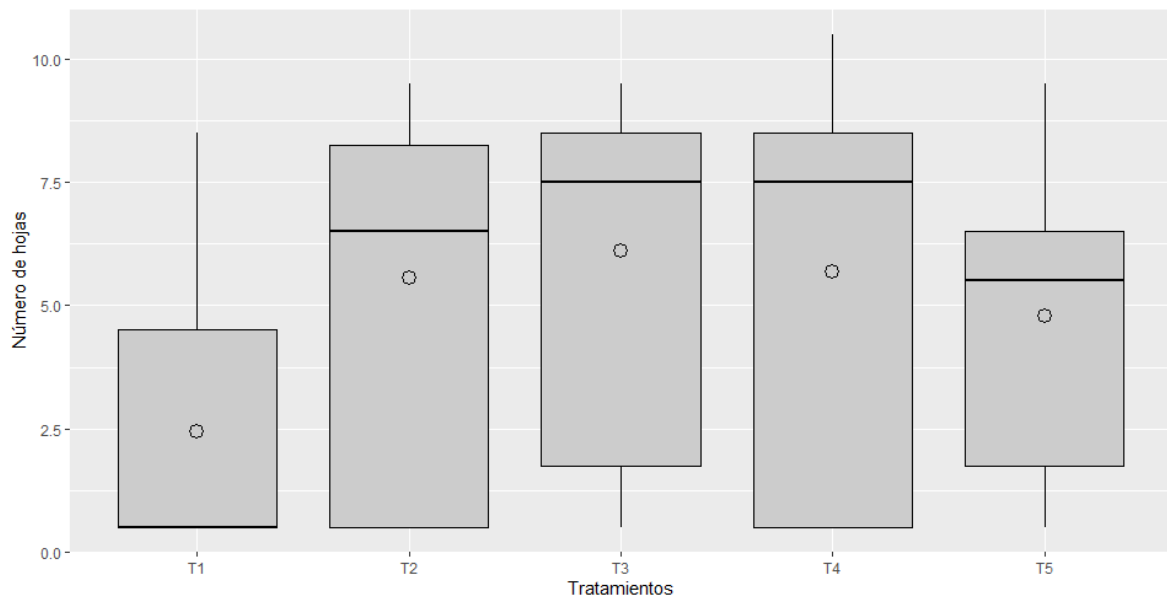


Figura 13. Número de hojas verdaderas presentes en las plántulas de papaya ubicadas del campus Chamilpa

## VARIABLES DESTRUCTIVAS

Los datos se analizaron de manera individual, el diseño fue un completamente al azar (DCA), se aplicó una prueba de normalidad con Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas con la prueba de Bartlett, para comprobar que los datos se distribuyen normal y las varianzas fueran iguales.

Cuadro 10. Diferencias significativas entre tratamientos para variables destructivas Campus Chamilpa.

Tratamientos	PFT	PFR	PST	PSR	LT	LR
100% LM	1.55 A	1.40 A	0.36 A	0.21 A	8.33 A	11.50 A
100% PM	0.93 BA	1.13 A	0.19 BA	0.15 BA	6.66 BA	17.16 A
75%LM-25% PM	1.15 A	1.09 BA	0.24 BA	0.14 BA	7.50 A	16.66 A
50%LM-50% PM	1.02 BA	0.99 BA	0.20 BA	0.14 BA	6.83 BA	11.66 A
25% LM- 75% PM	0.43 B	0.42 B	0.08 B	0.05 B	5.16 B	9.33 A

LM: Lombricomposta, PM: Peat Moss, PFT: Peso fresco del tallo, PFR: Peso fresco de la raíz, PST: Peso seco del tallo, PSR: Peso seco de la raíz, LT: longitud del tallo, LR: Longitud de la raíz. Media, letras diferentes indican diferencias significativas, Anova de una Vía, Tukey (0.05) en de cada columna, gl=4, n=15

En el cuadro 10, para la variable de peso fresco del tallo (PFT) los tratamientos que tenían la mayor concentración de lombricomposta (tratamiento uno y tres) fueron los que presentaron los mejores valores presentado una diferencia significativa con el tratamiento cinco, mientras que para los tratamientos dos y cuatro no presentaron diferencias significativas entre ellos, sin embargo, se observaron mejores valores para esta variable a comparación del tratamiento cinco; para la variable del peso fresco de la raíz (PFR) , se observó que la concentración del 100 % de los dos sustratos evaluados resultaron ser favorables para esta variable, presentando valores más elevados el cual presento una diferencia significativa con el tratamiento cinco el cual obtuvo los valores más bajos, mientras que para los tratamientos tres y cuatro no presentaron diferencias significativas; en el caso del peso seco del tallo (PST), el tratamiento que contenía la

concentración del 100% de lombricomposta se observaron los mejores valores seguida de los tratamientos dos, tres y cuatro donde el tratamiento cinco presento diferencias significativas frente al tratamiento uno; en la variable del peso seco de la raíz (PSR) los resultados fueron similares a la variable anterior donde los tratamientos uno y cinco fueron los que presentaron diferencias significativas siendo el tratamiento uno el más viable para obtener los mejores valores en esta variable, las longitudes de los tallos (LT) los tratamientos uno y tres fueron los que obtuvieron las mejores tallas frente a los tratamientos dos y cuatro, en el caso de la variable de la longitud de la raíz (LR) no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

Cuadro 11. Diferencias significativas entre tratamientos para variables destructivas Campus Xalostoc.

Tratamientos	PFT	PFR	PST	PSR	LT	LR
100% LM	1.60 A	2.64 A	0.32 A	0.59 A	9.00 A	2.29 B
100% PM	0.95 B	1.61 A	0.14 B	0.21 A	7.33 A	2.29 B
75%LM-25% PM	1.38 BA	2.58 A	0.23 BA	0.47 A	8.83 A	2.56 BA
50%LM-50% PM	1.39 BA	2.78 A	0.30 A	0.62 A	8.83 A	2.75 A
25% LM- 75% PM	1.12 BA	2.26 A	0.20 BA	0.38 A	7.66 A	2.34 B

LM: Lombricomposta, PM: Peat Moss, PFT: Peso fresco del tallo, PFR: Peso fresco de la raíz, PST: Peso seco del tallo, PSR: Peso seco de la raíz, LT: longitud del tallo, LR: Longitud de la raíz. Media, letras diferentes indican diferencias significativas, Anova de una Vía, Tukey (0.05) en de cada columna, gl=4, n=15

Para las variables de PFT, PSR Y LT estudiadas no se encontró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 11). Para el caso del PFT los tratamientos tres, cuatro y cinco no presentan diferencias significativas, mientras que los tratamientos uno y dos son los únicos que si presentan una diferencia, siendo el primero resultante el mejor sobre el segundo. Para la variable del PST los tratamientos uno y cuatro no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero fueron los que obtuvieron los pesos más elevados los cuales a su vez si presentaron diferencias significativas sobre el

tratamiento dos que presento los pesos más bajos. Para el LR el tratamiento cuatro fue el que obtuvo los mejores pesos seguidos de los tratamientos tres y cinco siendo los tratamientos uno, dos y cinco los cuales resultaron ser los menos favorables para esta variable.

## **6. DISCUSION**

Para la variable de germinación, se encontró una diferencia en los resultados obtenidos en cada sitio, donde Chamilpa obtuvo el porcentaje más alto con un 82% frente a un 74% reportado para Xalostoc, mientras que entre tratamientos, para Chamilpa los tratamientos dos, cuatro y cinco (100% Peat moss, 50%LM-50% PM y 75% PM-25%LM) fueron los que obtuvieron el mayor porcentaje de germinación con un 90, 90 y 100% respectivamente, similar a lo obtenido en el sitio de Xalostoc donde los mismos tratamientos obtuvieron los porcentajes más elevados con un 80, 80 y 90%; donde se observa que al menos para la variable de germinación en plántulas de papaya variedad Maradol con la mezcla 75% PM-25% específicamente, obtuvo mejores resultados, disminuyendo su eficiencia mientras se reduce el porcentaje del Peat moss, contrario a lo reportado por García (2009) donde en su estudio al analizar la germinación de semillas de papaya variedad Golden, encontró que al utilizar sustratos orgánicos se obtuvieron los porcentajes más bajos, esto probablemente se debió a que en dicho estudio se utilizó tratamientos con altos porcentajes de sustratos orgánicos por sí solos sin mezclarlos con algún sustrato de uso convencional, mientras que Ortega-Martínez (2010) donde al evaluar diferentes sustratos para el almácigo de tomate, las mezclas de los sustratos de aserrín más lombricomposta favoreció la germinación y emergencia de las plántulas, los resultados favorables que fueron reportados al utilizar lombricomposta probablemente se debe a que este medio presenta una alta capacidad de absorción y retención de agua favoreciendo la germinación de las semillas.

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis de las variables no destructivas, para el Chamilpa, el tratamiento tres (75% LM-25%PM) obtuvo los mejores resultados para las variables de altura y el número de hojas verdaderas mientras que para la variable del diámetro del tallo este mismo tratamiento resulto el menos favorable a diferencia del resto de los tratamientos, contrario a lo obtenido para Xalostoc donde los el tratamiento tres (75%LM-25%PM) solo obtuvo resultados favorables para la variable de altura y de los tratamientos menos favorables para la obtención de un alto contenido de hojas verdaderas, obteniendo como observaciones generales que para las variables de altura, diámetro de tallo y número de hojas la mayoría de los tratamientos con mayor porcentaje de lombricomposta obtuvieron los resultados más favorables similar a lo reportado por Acevedo- Alcalá (2020) donde concluye que no es necesario altas cantidades de fertilizantes químicos para la obtención de plántulas de calidad siempre y cuando se incluyan abonos orgánicos a una proporción no mayor a los 40 % como componentes del sustrato, esto para el caso del cultivo de chile poblano; si bien el uso de la lombricomposta no logra sustituir un sustrato convencional para todas las variables analizadas, al mezclarse con ciertos porcentajes como 50% y 75% de lombricomposta si puede potenciar un buen desarrollo de las plántulas significando reducir un porcentaje el aporte económico para los productores en la etapa de almácigo y el algunos casos al utilizar el 100 % de lombricomposta logra sustituir el uso del sustrato convencional obteniendo mejores resultados tal y como mencionan diversos autores para diferentes cultivos, tal es el caso de Quiroz y Rentería (2002) quien al evaluar el efecto de la lombricomposta como sustrato para dos especies de pinos reportó que para una de las especies los tratamientos con mayor porcentaje de lombricomposta obtuvo resultados favorables para la variable de grosor de tallo mientras que para la segunda especie resulto desfavorable, sin embargo, menciona que para la variable de altura , la lombricomposta como material alternativo resulto óptimo para ambas especies, caso contrario al mencionado por Acevedo y Pire (2004) donde al evaluar los efectos de diferentes dosis de lombricomposta a base de estiércol de ganado vacuno y pergamino de café el crecimiento, diámetro de tallo y peso seco se vio

favorecido con las mayores concentraciones de lombricomposta en el sustrato obteniendo, además de estimular el crecimiento de la papaya hasta 180 días después del trasplante lo cual permite atribuir que la lombricomposta efectos sobre el crecimiento vegetativo de plantas jóvenes debido al contenido de material orgánico que aporta sustancias capaces de estimular el crecimiento con liberación prolongada. García et al., (2011) reporta que la calidad de la plántula está asociada a la combinación de sustratos así como la de una buena fertilización, es importante mencionar que la lombricomposta además de presentar las características esenciales que debe tener un buen sustrato funge como un fertilizante de calidad , derivado de lo antes mencionado, García (2006) menciona que incluso, los abonos orgánicos pueden llegar a sustituir la utilización de fertilizantes químicos logrando abastecer las necesidades nutrimentales de las plantas en cualquier etapa de desarrollo.

Para el caso de las variables destructivas, en Chamilpa, el tratamiento tres (75%LM-25%PM) y el tratamiento uno (100 %LM) obtuvieron los mejores resultados, siendo el tratamiento dos (100% PM) el menos favorable exceptuando la variable de la longitud de la raíz donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; para Xalostoc, similar al sitio anterior y específicamente para las variables de PFT, PST y LR, los tratamientos uno (100%LM) y cuatro (50%LM-50%PM) fueron los que obtuvieron los valores más elevados , excepto en las variables de PFR, PSR y LT donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, mientras que el tratamiento dos (100% PM) fue el que reportó los valores menos favorables, similar a lo obtenido por Rodríguez y Cano (2007) al evaluar la producción de tomate utilizando arena+ fertilizante obteniendo una producción de tomate con hasta un 20% superior al obtenido por la vermicomposta pero para las variables de peso seco, tamaño de fruto, índice de cosecha así como el contenido de fosforo y nitrógeno en las hojas el tratamiento 50-50 de arena+ vermicomposta igualaron los resultados obtenidos por el tratamiento testigo resultando ser la lombricomposta una opción viable para la sustitución de los medios convencionales tal y como lo reporta Acosta-Duran et al.,(2017) donde al utilizar la vermicomposta como sustrato para el cultivo de Belén



reporta que al utilizar lombricomposta en concentraciones de un rango de 75-100% permite la obtención de un buen desarrollo vegetativo donde además se presentaron los mayores promedios de las variables de altura, peso fresco y seco del vástago, diámetro del tallo, longitud, peso seco y fresco de la raíz así como el número de hojas y el diámetro de la flor concluyendo que al menos para el caso de Belén el uso de lombricomposta fue el mejor de los tratamientos llegando a ser capaz de sustituir el uso de la fertilización química atribuyendo estos resultados a las características con las que cuenta la lombricomposta que resulta ser un sustrato con una alta capacidad de intercambio catiónico y una gran retención de humedad proporcionando un fácil drenaje y aireación al medio de crecimiento de calidad inclusive se han realizado algunos estudios donde se analizó la mezcla de la lombricomposta con algún otro sustrato orgánico y se obtuvieron resultados muy favorables, tal es el caso de Quesada y Méndez (2005) quien analizó químicamente materias primas y sustratos de uso potencial en almacigo de hortalizas reportó que la lombricomposta a base de broza de café presento un elevado aporte nutricional concluyendo que este sustrato presenta un alto potencial para la elaboración de almácigos, al igual que lo reportado por Ortega-Martínez (2005) reporta que para el caso del cultivo de plántulas de tomate donde menciona que los resultados más favorables para algunas variables analizadas fueron reportadas para los tratamientos que contenían turba pero los tratamientos compuestos por lombricomposta + aserrín también arrojaron resultados significativos para las variables de crecimiento, peso seco y diámetro del tallo similar a los obtenidos en el presente estudio para las algunas variables. Derivado de la gran demanda producción de plántulas para diversos cultivos, los productores probablemente desconociendo las propiedades benéficas con las que cuentan los la mayoría de los sustratos orgánicos si no solo con el fin de reducir costos han buscado alternativas viables para la sustitución de sustratos convencionales que representan un gasto económico y al mismo tiempo aprovechando los recursos que tiene a su alcance , obteniendo resultados favorables, tal es el caso Pérez et al., (2017) al utilizar una mezcla de lombricomposta y jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Mart.) para el cultivo de pepino donde obtuvo un buen desarrollo en

la variable de crecimiento de la planta y la producción al igual que Reyes-Pérez (2018) al utilizar esa misma mezcla para la producción de la berenjena donde la mezcla de 50-50 de humus de lombriz y jacinto de agua arrojó resultados favorables para el crecimiento y rendimiento del cultivo.

De acuerdo a los diversos estudios previos sobre el uso de la lombricomposta como sustrato y fertilizante orgánico, algunos autores reportan resultados favorables algunos otros mencionan que si bien el uso de la lombricomposta no es capaz de sustituir al cien por ciento a los sustratos y fertilizantes sintético si ayuda a potenciar los resultados obtenidos al usar por si solo a los productos convencionales ; derivado de esos resultados es importante mencionar algunas razones por las cuales en algunos estudios no se obtuvieron resultados tan favorables, una de las principales razón es que como ya se había mencionado anteriormente la lombriz es la encargada de la degradación de la materia orgánica con la que es alimentada, teniendo como resultado un producto con las características nutrimentales que contenía su alimento, es por ellos que es importante realizar un estudio previo sobre el contenido nutrimental con el que cuenta el humus de lombriz antes ser utilizado para cualquier cultivo, así mismo tener en cuenta que cada cultivo es diferente y no todos presentan los mismos requerimientos nutricionales del cultivo para la finalidad que se desee evaluar (germinación, plántula, etapa adulta o producción)

Para finalizar, de acuerdo al objetivo establecido para el presente estudio se encontró que si bien la lombricomposta para todas las de variables analizadas no logro sustituir al cien por ciento el uso del sustrato convencional se encontró la proporción de lombricomposta que permite potenciar ambos sustratos y obtener mejores resultados que el uso del sustrato convencional por si solo y al mismo tiempo logrando reducir un cierto porcentaje a la parte económica a las que los productores se ven sometidos.

## 7. CONCLUSIONES

Se encontró una probable relación entre la temperatura y el tiempo de germinación para las plántulas de papaya var. Maradol.

La lombricomposta en concentraciones muy altas no resulta ser favorable para la germinación de plántulas de papaya.

Las concentraciones más elevadas de lombricomposta (100% LM, 75%LM-25%PM) favorecieron a la obtención de una buena altura, número de hojas grosor de los tallos, peso fresco y seco, así como la longitud de las raíces.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Abad, M. N., P. (2000). Los sustratos en los cultivos sin suelo. *En* Manual del cultivo sin suelo. Universidad de Almería- Mundi-Prensa, Madrid, 137-183 p.

Abad B., M., P. Noguera M., y C. B. Carrión. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. In: Urrestarazu, M. G. (ed). Tratado de Cultivo sin Suelo. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 113-158.

Abad B., M., P. Noguera M., y C. B. Carrión. (2005). Sustratos en los cultivos sin suelo y fertirrigación. In: Cadahía, C. L. (ed.). Fertirrigación: Cultivos Hortícolas y Ornamentales. MundiPrensa. Madrid, España. pp: 299-352

Abnner, A. S. (2014). Evaluación de mezclas de sustratos alternativos en la producción de plántulas de lechuga *Lactusa sativa* L. complementada con biosólidos y fosfato diamónico. Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 48 p.

Acevedo, I. C., y Pire, R. (2004). Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (Carica papaya L.). *Interciencia*, 29(5), 274-279.

Acevedo-Alcala, Patricia, Cruz-Hernández y Oswaldo Javier . Taboada-Gaytán. R. (2020). Abonos orgánicos comerciales, estercoes locales y fertilización química en la producción de plántulas de chile poblano. *Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 10

Acosta-Durán, C. M., Bahena-Galindo, M. E., Chavez-García, J. A., Acosta-Peñaloza, D., y Solis-Reynoso, M. G. (2017). Sustrato de lombricomposta para el cultivo de Belén (*Impatiens walleriana* Hook. f.). *Revista Bio Ciencias*, 4(5), 14.

Acosta-Durán, C.M. (2012). Selección de sustratos para Horticultura. Redes Editores, México. 108 pp.

Alarcón, A. (2004). Introducción a los cultivos sin suelo. *In: Curso de fertiriego: manejo en suelos y sustratos agrícolas*. San José, Costa Rica. 23 p.

Alonso, E. M.; Tornet, Q. Y.; Ramos, R. R.; Farrés, A. E.; Aranguren, G. M. y Rodríguez, M. D. (2008). Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agric. Téc. Méx.* 34:333-339.

Amri E. and F. Mamboya. (2012). Papain, a plant enzyme of biological importance: a review. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 8: 99–104 p.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S. and Welch, C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735. <http://koyalcenter.org/HISGN/pdf/VermicompostPaper.pdf>

Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. (2002). The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, Elsevier. 81: 103-108.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a hortivermicompost as a component of a horti as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78(1): 11-20. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3)  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852400001723?via%3Dihub>

Bänziger, M., Edmeades, G. O., & Bolaños, J. (1997). Relación entre el peso fresco y el peso seco del rastrojo de maíz en diferentes estados fenológicos del cultivo. *Agronomía Mesoamericana*, 20-25.

Belandria, D., Velandria, V., & Navarro, C. (2010). Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en las variedades Tailandia y Maradol. *Producción Agropecuaria*, 3(1), 45-49.

Blok, C., y M. Urrestarazu G. (2010). El uso de los sustratos en Europa es cada vez mayor. *Hort. Global* 289: 50-55.

Brito L. M., M. Reis, I. Mourão and J. Coutinho (2015) Use of acacia waste compost as an alternative component for horticultural substrates. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 46:1814-1826, <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1059843>

Bunt, A.C. (1988). *Media and mixes for container-grown plants*. Unwin Hyman. London. 309 p

Chávez N. (2008). *Desinfección de suelos y sustratos en la agricultura*. México, Editorial Universidad Autónoma de Chapingo, pp9-28.

Clavijo, J. (1989). Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi*: 15: 12-16.

Durán, L., y Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 275-281.

Fernández B., C., N. Urdaneta, W. Silva, H. Poliszuk, y M. Marín. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron. Univ. Zulia* 23: 188-195.

Fonteno, W. (1996). Sustratos: tipos y propiedades físicas y químicas. In: Reed, D. ed. Guía del productor: Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero. Ball Publishing – Horti- Tecnia Ltda. Colombia. p. 93-123.

Fuentes G. and J. M. Santamaría (2014) Papaya (*Carica papaya* L.): origin, domestication, and production. In: Genetics and Genomics of Papaya. Ming and P. H. Moore (eds.). Springer-Verlag. New York. pp:3-15.

García M. C., O. R. Taboada G., H. López S., P. A. López, G. Mora A. y B. Tlapal B. (2011) Calidad de plántulas de chile ‘poblano’ en la Sierra Nevada de Puebla, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34:115-121.

García, G. J. M. (2009). Evaluación de extractos orgánicos sobre la germinación de semillas de papaya (*Carica papaya* L.) Var. Golden (Hawaiana). Tesis de ingeniería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 56 pp.

García, R. (2006). La lombriz de tierra como biotecnología en agricultura. Publicaciones Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp. 123-125.

Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. (1985). Physiology of crop plants. Iowa State University Press, USA. 325 p.

Gil, A. I., y Miranda, D. (2005). Morfología de la flor y de la semilla de papaya (*Carica papaya* L.): variedad Maradol e híbrido Tainung-1. *Agronomía Colombiana*, 23(2), 217-222.

González-Zertuche, L., y Orozco-Segovia, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Botanical Sciences*, (58), 15-30.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., and Geneve, R. L. (2002). Principles of propagation by cuttings. *Plant propagation, principles and practices*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 278-291..

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2020). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Secretaría de Gobernación. México D. F.

Jiménez, J. Á. A., Castro, H., Serna, A., Nava, A. D., y Guadarrama, B. (2010). Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 035-046.

Loomis, R.S.; Connor, D.J. (1992). *Crop Ecology: Productivity and Management of Agricultural Systems*. Cambridge University Pres, UK. 538 pp.

Ludlow, M.M.; Muchow, R.C., (1990). A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agron.* 43:107-153.

Manshardt R. M. and F. T. P. Zee (1994) Papaya germplasm and breeding in Hawaii. *Fruit Varieties Journal* 48:146-152.

Márquez-Quiroz S.F. (2011). Elaboración de lombricomposta y humus de lombriz en los Mochis, Sinaloa. Tesis de Ingeniería. Ingeniería en Agronomía y Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 43p.

Morales-Munguía, J. C., Fernández-Ramírez, M. V., Montiel-Cota, A., y Peralta-Beltrán, B. C. (2009). Evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*Eisenia foetida*). *Biotecnia*, 11(1), 19-26.

Moreno-Reséndez, A., Gómez-Fuentes, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., Reyes-Carrillo, J.L., Puente-Manríquez, *et al.* (2008). Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. *TERRA Latinoamericana* 26(2): 103-109. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792008000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792008000200002)

Ocampo, M. J., Caballero, M. R., y Tornero, C. M. A. (2005). Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En: *Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable*.

Oliveira, A.P., Espínola, F.E.J., Araujo, J.S., y Costa, C.C. (2001). Produção de raízes de cenoura cultivadas com húmus de minoca e adubo mineral. *Horticultura Brasileira* 19(1): 77-80. <http://www.scielo.br/pdf/hb/v19n1/v19n1a16.pdf>

Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., y Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Ra Ximhai*, 6(3), 365-372.

Ortiz, J. C. R., Osti, C., Jáuregui, J. A. A., Sánchez, L. B., Goné, J. D. J. T., Morales, C. V., y Hernández, J. L. G. (2010). Efecto de dosis y momento de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*). *Agrofaz*, 10(2), 99-106.

Pastor S., J. N. (2000). Utilización de sustratos en viveros. *Tierra Latinoamericana*. 17: 231-235.

Pérez, J. J. R., Murillo, R. A. L., Bermeo, M. D. R. R., Rosado, Á. J. Y., Pacheco, F. A., Cunuhay, K. A. E., y Rodríguez, J. A. T. (2017). Uso del humus de lombriz y jacinto de agua sobre el crecimiento y desarrollo del pepino (*Cucumis sativus*, L). *Biotecnia*, 19(2), 30-35.

Quesada Roldán, G., y Méndez Soto, C. (2005). Análisis fisicoquímico de materias primas y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas. *Revista de agricultura tropical*. 35: 01-13. ISSN: 1409-438X.

Quiroz, M. T. A., y Rentería, A. A. (2002). Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. Y *Pinus rudis* Endl. *Foresta veracruzana*, 4(1), 35-40.

Reyes-Pérez, J. J., Luna-Murillo, R. A., Zambrano-Burgos, D., Vázquez-Morán, V. F., Rodríguez-Pedroso, A. T., Ramírez-Arrebató, M. Á., y Torres-Rodríguez, J. A. (2018). Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y rendimiento agrícola de la berenjena (*Solanum melongena* L.). *Biotecnia*, 20(1), 8-12.

Rodríguez D., N. y E. Cano R. 2007. Vermicomposta Como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Volumen X. Número 8. pp. 11-13.



Rodríguez N. A. y F. J. Cruz. 2003. El cultivo de la papaya 'Maradol' en la Mixteca Baja. Agrotecnia. FUP-PUE-SDR-DGT-SAGARPA. ITA No. 32. FIRAINIFAT. Puebla, Puebla. México. 24 pp

SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2017). Ciudad de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aumenta-30-por-ciento-produccion-de-papaya-hecho-en-mexico-en-la-presente-administracion>. Fecha de consulta: 22/04/2020.

Sandoval, K. V., Ávila, D. D., y Gracia, T. J. H. (2017). Estudio del mercado de papaya mexicana: un análisis de su competitividad (2001-2015). *Suma de Negocios*, 8(18), 131-139.

Santamaría Basulto, F., Díaz Plaza, R., Sauri Duch, E., Espadas; Gil, F., Santamaría Fernández, J. M., y Larqué Saavedra, A. (2009). Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 347-353.

Schweiggert R. M., Steingass C. B., Esquivel P. and Carle R. (2012). Chemical and morphological characterization of Costa Rican papaya (*Carica papaya* L.) hybrids and lines with particular focus on their genuine carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 2577–2585 p.

Singh K. and A. Kumar (2010) Genetic variability and correlation studies in papaya under Bihar conditions. *Acta Horticulturae* 851:145- 150, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.851.20>

Toledo-Chávez, P. F. (2006). Evaluación de un sustituto de turba de musgo (Peat moss) como sustrato y un estimulador radicular en la producción de plántulas de maíz dulce (*Zea mays* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) bajo condiciones de invernadero en San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis de licenciatura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Guatemala. 75 p.

Tornero C. M. A., Silva G. S. E., Pérez A. R. Y Bonilla F. N. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 55-73. ISBN: 968 863 913 3.



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Porfirio Juárez López**  
Catedrático de la U A E M



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

**PORFIRIO JUAREZ LOPEZ** | Fecha: 2020-11-18 09:20:28 | Firmante  
 KSFuR0S2zpr56xGrtkqJenzFahUKpXENu7xvqH9C6dz76Rkxvch+9KX7FFXoDnwg70zkd5gah7HxSKap6eYPr12Wu6+06eGLs7HegNeu00LWMN0JatN0U#0zgvVY  
 m4u6Dh:3fR9PheR0SeGuektA62Fz0oaE+sch3ye3DgYVJkdqPheU8Fywww7aBentL7YHxG00GNPp7p6Q7Hj18LjD+06y6Dz3e9Dm1D10x0Tv9pSH+V5aD0G9v  
 SR6dbH1c7Lsm0z0wVW9C0G6C6688Wyt0x0x0Tob8y6kuzp8NSC01F0z0m

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



u3a876

<https://sistema.uadm.mx/Reputa/SigGruCuB.7vNz7NuP9v2HtanCLT6E>



Una universidad de excelencia

SECTORIA  
2017-2022



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
Una universidad de excelencia

**Dr. Dagoberto Guillén Sánchez**  
Catedrático de la U A E M



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

DAGOBERTO GUILLEN SANCHEZ | Fecha:2020-11-11 23:29:55 | Firmante  
uEsd0tsu00ZnFDvDwQvax7hE70x0Cqpc0v8k0G0mGm0u0k0LFFhYkz08hg0pVqjTtUy2RvPGU0v0w70u7w0p0Sa0eVn0P0z0170000v+e0Z0j0H0W0x0P0f0i0L0d  
G0u0x0n0g0R0M0h0w7u0k0Z0k0W07u0P0k0R0D01X0p0d0M0000D+R0c0S0e0u0d0n0G0e0R0P0W0k0+087u0e0h0M0D0d0C0k0T0e0e0L0d00P0p0G0d0P0e0F0A0R0n0c0+M2  
L0E0L0R0C0Y080z0y0e0w0k0v0P0n0p0G0u0r0G00004C0p0d0w070R0Y0e0030e0u0p0v0d0n0K0g0=

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



19Pa0a

<http://eforms.uaem.mx/Requisito/RTTSpQyXRP0zL008H0Q02W0E0L0R>





Cuernavaca, Mor., a 08 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Víctor López Martínez**  
**De la UAEM**



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

VICTOR LOPEZ MARTINEZ | Fecha:2020-11-10 10:37:01 | Firmante  
jRNV1qRwRCFAwwkqGz0wHkCN7RDAPKq3jDvD64bk48nt+8EaPvUD86oVeeoa8L+3250x1HdyjM8WwR6vFU+uzFwROCDdtuCyTAnd0j8EG879wCgwYVGLH8a  
SM9wJ7WLMQRLf36w8rCawP796Y+2wyv88ooqAdDnddqpe+ESz2vY8p8CjELV88qUNXeQkcu7noEP94e820eHu0wLUT8vOy8Y8ML8WeygZ3o0vG8PX1P88c  
wTL8vGp1Hy8h8w8qDew8qFvQ888r8MA8q8W8C8w8WAP7968+8C8v888U8888y8w+\*

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



812p8C

<https://firma.uaem.mx/Reputo/Sc8t2Lm78kuu8LND888vPLNoT88r>



Una universidad de excelencia

SECTORIA  
2017-2021



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Armando Burgos Solorio**  
**Catedrático de posgrado del**  
**Centro de Investigaciones Biológicas**





Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

**ARMANDO BURGOS SOLORIO** | Fecha:2020-11-09 20:08:26 | Firmante

i+U8A6b6r1gWb4zjwE26FFawwRoaUxoz5Cm02uLy8d7SR0u0eHdKdQg+57e6eHekvYPrw0Tt6BqWwQ6+H6PwMCAwVCRQ2bct6nFecJAC302V6c146p6mR9d4L  
PeeatjFJZAJcc6nPORLaY3YT0W6R0Lzkgg0YW62kq3DFuGRFuGvT,auu56MROz66t13aazp666ZjwAFuoz0tpzOmJtKdGedR0b6F7Zg6ZeyyPG7Z526uL7FJukay  
m6T7v6H6B6r1g4H6PPr1z6M6ee6R7K6RyGz6M6Fg+u6P7z6M7t6U6J7y6e6A66Peyw

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica a  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[p8YHRu](#)

<https://sistema.uaem.mx/verificador/0623H6P67M6Jy66P66R66X7166M6U66W>





Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

*Atentamente*  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Irán Alia Tejacal**  
**Catedrático de la U A E M**



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Irán Alía Tejacal**  
**Catedrático de la U A E M**



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

**DR. RUBÉN CASTRO FRANCO**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**  
**DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **EVALUACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA SOBRE EL DESARROLLO DE PLÁNTULA DE LA PAPAYA (CARICA PAPAYA L.) VAR. MARADOL**, que presenta la alumna **MARIELA SOSA ROMERO**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente  
**Por una humanidad culta**  
*Una universidad de excelencia*

**Dr. Óscar Gabriel Villegas Torres**  
**Catedrático de la U A E M**



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

**Sello electrónico**

OSCAR GABRIEL VILLEGAS TORRES | Fecha:2020-11-11 10:06:21 | Firma de

g3kgGxM5vY8RYC9Vvwa+YP4agN5TFNoK9J6bPkay8DLARGuOPWwC88iZbvedgQaIm0C0ddpYH0RdhuKFLUkzEo9FWwK6EuoT700Xote+Z2mH0YJ6cW66xU  
x0DvRWMjKc08+5AFASem8wqZP66880TRFDakyUj0KAL88888h8dVnArPqacboDe090Y+H6vAeuf6R2P0079L8wqC+88wew3gFCe8aOrvtu88 1uAC0uY  
LuGFutvEYv8W7CFmL2LgekCuznCLZ0828aCenR0LJz3Y8a7Qm818u+e8t8g8tgm



Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica a escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

<https://sistema.uaem.mx/Reporte/TSv82D8v8QGdR8H7D08u8MFv888v>

<https://sistema.uaem.mx/Reporte/TSv82D8v8QGdR8H7D08u8MFv888v>



Una universidad de excelencia

SECTORIA  
2017-2023