

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERIA



PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERIA AMBIENTAL

**PROYECTO:**

CARACTERIZACIÓN DE pH EN SUELO DE  
CULTIVOS DE PAPAYA MARADOL ROJA  
(*carica papaya*) A BASE DE SUSTRATO ORGANICO  
EN EL MUNICIPIO DE Acala CHIAPAS.

**MODALIDAD**

INFORME TECNICO

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

CHRISTIAN DE JESÚS MENDOZA PÉREZ

DIRECTOR:

M. en C. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ

ASESORES:

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNANDEZ

DR. RUBEN VAZQUEZ SANCHEZ

Tuxtla Gutiérrez, enero 2022



## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Le doy gracias a dios por permitirme seguir adelante y darme la oportunidad de vivir este momento, ya que fue un camino largo y difícil pero gracias a su ayuda he llegado al final.

### **Con amor y cariño a mis padres**

Les doy gracias a quienes me dieron la vida, a mis padres: José Antonio Mendoza Padilla† y Elena Pérez Ruiz†, por darme la oportunidad y la confianza de seguir estudiando y terminar una carrera universitaria. Siempre me apoyaron y me motivaron para superarme como persona y profesionalmente.

### **A mis hermanos**

Que siempre estuvieron ahí para corregirme, para apoyarme y darme consejos. Gracias a ellos que al final estuvimos más unidos a pesar de las adversidades que nos presentó.

### **A mi esposa e hija**

Mi esposa Citlalli Monserrat y mi pequeña hija Vallolet Victoria, que en los momentos más difíciles estuvieron a mi lado apoyándome. Ellas dos fueron mi mayor motivación para poder lograr terminar una meta más.

### **A mis catedráticos**

Por compartirnos sus conocimientos, tenerme confianza y fe en que podía terminar la carrera. Por apoyarnos en cada actividad, por sus consejos y por su gran amistad.

## Índice

1. Introducción.....	6
2. Planteamiento de problema.....	7
3. Marco teórico.....	8
3.1. Antecedentes.....	8
3.2. Situación actual del cultivo de papaya en México.....	9
3.3. Parámetros de suelo.....	10
3.4. Factores para el cultivo de papaya en suelos arenosos.....	10
3.4.1. Factores que afectan la permeabilidad del suelo.....	10
3.5. Beneficios de la papaya.....	11
3.5.1. Es un buen diurético (agua).....	11
3.5.2. Aumenta las defensas naturales (vitamina C).....	11
3.5.3. Mejora la salud de la piel (vitamina A).....	12
3.5.4. Función de antioxidante (licopeno).....	12
3.5.5. Prevención de enfermedades cardiovasculares (flavonoides).....	12
3.5.6. Restaura el equilibrio acido-base del organismo (minerales).....	12
3.5.7. Mejora estreñimiento (fibras).....	12
3.5.8. Ayuda en la digestión de las proteínas (papaína).....	13
3.6. Antecedentes de la utilidad del estiércol de ganado bovino y la gallinaza..	13
3.7. Ventajas del uso de los sustratos 1 y 2.....	13
3.8. Uso de estiércol de ganado bovino como sustrato orgánico.....	14
4.8.1 Uso del estiércol como fertilizante.....	14
4.8.2 ¿Qué dosis podemos aplicar de estiércol?.....	14
4.9. Uso de la gallinaza como sustrato orgánico.....	15
4. Objetivos.....	17
4.1. Objetivo	
General.....	17
4.2. Objetivo específico.....	17
5. Metodología.....	18
6.1 Ubicación del sitio Experimental.....	18
6.2 Ubicación Geográfica.....	18
6.3 Condiciones Climatológicas.....	19
6.4 Método Experimental.....	19
6.4.1 Materiales y Herramientas.....	19
6.5 Variable a evaluar.....	20
6.6 Procedimiento.....	21
6.6.1 Germinación de las semillas.....	22
6.6.2 Mantenimiento del área de estudio.....	22
6.6.3 Preparación y aplicación de los sustratos.....	22

6.6.4 Trasplantación.....	23
6.6.5 Caracterización de pH con tres muestreo.....	23
6. Presentación y análisis de resultados.....	24
7. Conclusión.....	28
8. Anexo. Gráfica, apéndice.....	29
9. Referencias documentales.....	30

### Índice de tablas

Tabla 1. Indica los continentes y cuantas toneladas de papaya se exporta anua.....	8
Tabla 2. Mayores países exportadores de la fruta papaya maradol roja ( <i>Carica papaya</i> ).....	9
Tabla 3. Comparación del contenido nutrimental de sustrato 1 y 2.....	16
Tabla 4. Información sobre las herramientas y materiales.....	20
Tabla 5. Crecimiento fisiográfico.....	26
Tabla 6. Resultados de laboratorio de caracterización de pH.....	27

### Índice de imágenes

Imagen 1. Sustrato en proceso 1 (estiércol de ganado bovino).....	15
Imagen 2. Sustrato en proceso 2 (Gallinaza).....	16
Imagen 3. Vista satelital del área de estudio por medio de google maps.....	18
Imagen 4. Vista satelital del municipio de Acala, Chiapas por google maps...	18
Imagen 5. Área de estudio del cultivo.....	21
Imagen 6. Simulación del área de estudio.....	21
Imagen 7. Ejemplo de elaboración de camellones.....	23
Imagen 8. Muestra de suelo.....	24
Imagen 9. Observación del área de estudio y sistema de riego.....	25
Imagen 10. Planta tratada con sustrato neto.....	25
Imagen 11. Planta tratada con sustrato 1(estiércol de ganado).....	25
Imagen 12. Planta tratada con sustrato 2(Gallinaza).....	26
Imagen 13 y 14. Medición del tallo con vernier.....	27
Imagen 15. Extracción de muestra de suelo.....	27
Imagen 16. Ejemplo de la extracción de muestra de suelo.....	28
Imagen 17. Semilla germinada.....	29
Imagen 18. Área tratada con sustrato 2.....	29
Imagen 19. Área tratada con sustrato 1.....	29



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA GENERAL**  
**DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR**  
**AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 22 de febrero del 2022

C. Christian de Jesús Mendoza Pérez

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería ambiental

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Caracterización de pH en suelos de cultivo de papaya maradol roja (*Carica papaya*) a base de sustrato

Orgánico en el municipio de Acala, Chiapas.

En la modalidad de: Informe técnico

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

**Revisores**

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. Ulises González Vázquez

**Firmas:**

Ccp. Expediente











## 1. Introducción

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen (Guillermo, 2016).

Hay suelos en los que no se consigue llegar a la neutralidad y por esta razón se tienen en cuenta diversos puntos para controlar el pH con fertilizantes químicos u orgánicos (Benton, 2003).

En general, el pH óptimo del suelo debe variar entre 5.5 y 6.5 para obtener mejores rendimientos y la mayor productividad, ya que en estos rangos es donde los nutrientes son más factibles (Guillermo, 2016).

Los fertilizantes como el estiércol pueden aumentar o disminuir la acidez del suelo, cierta acidez se genera por la descomposición de la materia orgánica al producir ácidos orgánicos e inorgánicos, sin embargo, el estiércol regularmente contiene suficientes cationes básicos para neutralizar a los ácidos (Trejo, 2013).

La gallinaza es una materia que integra al suelo excelentes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo aumenta el contenido de materia orgánica y mejora la fertilidad del suelo. La gallinaza en comparación a otros abonos tiene un mayor contenido nutricional (Castellanos, 2010).

La papaya es una planta tropical, puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 1000 metros snm, pero los frutos de mejor calidad y los rendimientos más altos se obtienen en altitudes por debajo de los 800 metros (SAGARPA, 2014).

Los factores climáticos son los que influyen de manera decisiva en el desarrollo de este cultivo, así como las características principales que debe tener un suelo para que el cultivo produzca de manera exitosa (SAGARPA, 2014).

## 2. Planteamiento de problema

A nivel mundial la planta de papaya se cultiva en más de 60 países (FAO, 2017), el problema en algunos de ellos es que el suelo no es apto para este tipo de plantas y así que lo tienen que adaptar con agroquímicos para ir mejorando la calidad de la fruta y que se puede desarrollar la planta.

En otros países el problema termina siendo las plagas ya que el clima les favorece a estos, y así que tienen que utilizar plaguicidas para combatir con estos tipos de plagas.

A nivel nacional el problema termina siendo casi siempre el mismo en los problemas del suelo. Sabemos que la planta se puede desarrollar en casi cualquier tipo de suelo, pero hay ocasiones donde no se obtienen los nutrientes necesarios y por esa razón se tiene que aplicar fertilizantes tanto como químico u orgánico antes y después de trasplantarlas.

A nivel estatal, la producción de papaya en Chiapas es una de las de mayor producción en todo México (Ramos, 2018). El problema es que en ciertas zonas de este estado las temperaturas son elevadas, así que se tiene que estar regando cada determinado tiempo y controlar mejor la aplicación de los fertilizantes, plaguicidas entre otros.

A nivel municipal, en Acala se produce este tipo de frutas pero se requiere de una buena aplicación, ya que el suelo en su mayoría es regosol y es escaso de materia orgánica, esto hace que se utilicen muchos agroquímicos.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Historia de la papaya maradol ( *Carica papaya* )

La papaya es originaria de América Tropical, donde ya era cultivada antes del descubrimiento de América. Desde allí fue llevada a otras zonas por los españoles, y actualmente se cultiva en zonas tan alejadas como Australia, África y América.

Desde allí los navegantes españoles expandieron su cultivo a otras zonas. En la actualidad es ampliamente cultivada en diferentes regiones como Hawái, Australia y Sudáfrica.

En la actualidad se cultiva sobre todo en América del Sur, seguida de Asia y África, como se puede observar en esta tabla:

Tabla 1. Indica los continentes y cuantas toneladas de papaya exportan al año (FAO 2017)

Continente	Toneladas	%
África	1.021.615	14
Asia	1.642.760	23
Oceanía	18.708	-
Norteamérica	792.296	11
Sudamérica	3.752.056	52
Total	7.227.435	100

#### 3.2. Situación actual del cultivo de papaya en México

En la actualidad si bien sabemos México es exportador de tomate, aguacate, sandía, etc. Pero uno de los frutos que ha podido posicionar es la papaya. El cual México ocupa el primer lugar como productor de este fruto y el mayor exportador seguido de Brasil, Belice y Guatemala, en los últimos años la importancia del cultivo de papaya en México ha sido notoria y significativa (SAGARPA 2015).

Tablaz. Indica los mayores países exportadores de la fruta papaya maradol roja (*Carica Papaya*) (FAO 2017)

Mexico	59.959
Malasia	37.000
Brasil	15.709
Estados Unidos	5.939
Belice	4.300
Países Bajos	2.788
Jamaica	2.600
India	2.505
Guatemala	2.200
Ghana	1.374

### 3.3. Parámetros de suelo ( pH )

El pH del suelo es uno de los parámetros más importantes en el informe de análisis del suelo. El nivel de pH del suelo le puede decir mucho acerca de la disponibilidad potencial de nutrientes para las plantas y sobre los posibles efectos tóxicos de otros elementos (como el aluminio).

Los suelos con pH mayor que 7,0 se consideran suelos alcalinos. Las deficiencias de micronutrientes, tales como la deficiencia de hierro, son comunes en estos suelos (Patrick, 2000).

Los cultivos que crecen en suelos con pH inferior a 5,5 pueden mostrar síntomas de toxicidad de metales (por ejemplo, hierro e manganeso) y las deficiencias de otros nutrientes, como el magnesio. El encalado del suelo se recomienda sobre todo en este tipo de suelos. El rango de pH del suelo ideal para la mayoría de los cultivos es de entre 5,8 y 6,5, un intervalo en el que la mayoría de los nutrientes están disponibles para que los cultivos puedan aceptarlos (Patrick, 2000).

### **3.4. Factores para el cultivo de papaya en suelos arenosos.**

El concepto de permeabilidad del suelo indica la velocidad de infiltración del agua en éste o, lo que es lo mismo, su capacidad para retener en reserva las aguas de lluvia y las aportadas por el riego. Esta característica física del suelo está condicionada por la porosidad, que depende, en parte de la textura del suelo. La permeabilidad del suelo es crítica en la determinación del suelo.

#### **3.4.1. Factores que afectan la permeabilidad del suelo.**

Un suelo arenoso tiene la propiedad de conducir con mayor velocidad el agua en comparación con el suelo arcilloso. El tamaño de partículas no es el único factor determinante de la permeabilidad. En suelos de textura fina, las pequeñas partículas pueden agregarse en partículas mayores, estables al agua, y que facilitan su infiltración; por el contrario, partículas de mayor tamaño pueden cementarse entre sí y formar capas impermeables.

Otros factores que pueden afectar la permeabilidad del suelo son la aplicación de herbicidas que forma una capa dura en la superficie del suelo y la práctica de laboreo mecánico que también tiende a formar una suela compactada en profundidad.

### **3.5. Beneficio de la papaya**

Teniendo en cuenta esta premisa, pero atendiendo a los nutrientes de la papaya y las cantidades en las que se encuentran, los expertos valoran las propiedades y beneficios de esta fruta en concreto (Mirafuentes, 2006).

#### **3.5.1. Es un buen diurético (agua)**

Al ser una fruta de tipo carnoso tiene abundante agua, alrededor del 90 %, gracias a este elevado porcentaje en agua es un excelente diurético.

### 3.5.2. Aumenta las defensas naturales (vitamina C)

“la papaya aporta vitaminas C en cantidades tan elevadas que 100 gramos de alimento cubren el 100 por 100 de las cantidad diaria recomendada para un adulto medio. ¡Aporta incluso más vitamina C que la naranja!”, (Vanessa L. 2010).

Entre los beneficios de esta vitamina señala:

- Ayuda a aumentar las defensas naturales del organismo.
- Favorece la formación de colágeno (la proteína estructural por excelencia).
- Activa la absorción del hierro.
- Tiene efecto antioxidante frente a los radicales libres.

### 3.5.3. Mejora la salud de la piel (vitamina A)

La papaya cubre el 25 por ciento de la cantidad diaria recomendada de este nutriente para un adulto medio. Un nutriente que mejora la salud de la piel, las mucosas y el sistema inmunitario.

Como explica León, el beta caroteno es precursor principal de la vitamina A en el organismo. Dentro de sus beneficios se añade la síntesis de melanina, pigmento natural de la piel que ayuda a fomentar el bronceado y protege de la radiación solar.

### 3.5.4. Función antioxidante (licopeno)

“Más importante que la vitamina A en la papaya es el licopeno” (Miguel L, 2000).

“El licopeno –explica- es un carotenoide que contribuye a la coloración de la papaya y que tiene efecto antioxidante”.

### 3.5.5. Prevención de enfermedades cardiovasculares

Otro de sus compuestos es el flavonoide criptoxantina, que “actúa como antioxidante frente a los radicales libres, responsables del envejecimiento prematuro de las células” (León, 1998).

“Los flavonoides –continúa- protegen de la oxidación del colesterol LDL, por lo que ayudan a la prevención de enfermedades cardiovasculares”.

### 3.5.6. Restaura el equilibrio ácido-base del organismo

La papaya contiene minerales como el calcio, el magnesio, el potasio y el fósforo, que ayudan a restaurar el equilibrio ácido-base del organismo. Luego puntualiza que aporta una cantidad algo mayor de magnesio y potasio, “si bien no más que otras especies vegetales” (Miguel L, 2000).

### 3.5.7. Mejora el estreñimiento (fibra)

León reconoce que otras frutas aportan más fibra, pero no desprecia los dos gramos de fibra por 100 gramos de alimento que aporta la papaya. Luego destaca que “se ha de tener en cuenta que se recomiendan 14 gramos de fibra por cada 1000 kilocalorías de la dieta, y que la papaya aporta aproximadamente el triple de lo que nos debe aportar un alimento promedio para llegar al objetivo de fibra recomendado” (León, 1998).

“La fibra ayuda a mejorar el tiempo de tránsito intestinal, mejorando el estreñimiento. Ayuda al control de la glucosa y del colesterol sanguíneo y hace que estos componentes se absorban de forma más lenta hacia la sangre. De ahí que se especule con la posibilidad de que proteja contra el cáncer de colon y ciertas enfermedades cardiovasculares” (León, 1998).

### 3.5.8. Ayuda a la digestión de las proteínas (papaína)

En las papayas hay papaína, una enzima que ayuda a la digestión de las proteínas de la dieta.

“Existen ciertos estudios preliminares in vitro que sugieren que la mezcla de los componentes de la papaya (en especial cuando no está madura, sino verde) pueden ayudar a frenar el desarrollo de ciertas bacterias que causan enfermedades intestinales, es decir, tiene acción bacteriostática” (León, 2010).

## **3.6. Antecedentes de la utilidad del estiércol de ganado y la gallinaza**

Un estudio realizado por la Universidad de Oxford ha revelado que los agricultores neolíticos utilizaban técnicas de abono para la agricultura mucho más sofisticadas de los que hasta ahora se pensaba.

Antes se había tomado como cierta la afirmación de que el estiércol no fue utilizado hasta la Edad de Hierro y la época romana, sin embargo, los investigadores contradicen tal afirmación demostrando que la técnica de cultivo fue utilizada ya desde el año 6.000 antes de Cristo (Salazar, 2013).

### **3.7. Ventajas del uso de los sustratos**

Se obtiene una menor presencia de plagas y enfermedades de la raíz, las cuales son comunes cuando se utiliza el suelo como medio de crecimiento, evitando así el uso de agroquímicos.

Ofrecen la posibilidad de producir en regiones donde los suelos no son apropiados para la agricultura.

Se pueden realizar mezclas de acuerdo a las necesidades de cada cultivo con el objetivo de lograr un mejor desarrollo de la raíz y por consiguiente mejores rendimientos y calidad en las cosechas.

Se pueden reciclar los desechos de origen orgánico, aprovechándolos como sustratos.

Evitan el uso de ciertos productos a base de moléculas químicas complejas y tóxicas para la desinfección de suelos, tal como el bromuro de metilo, metam sodio, entre otros.

### **3.8. Uso de estiércol de ganado bovino como sustrato orgánico**

El estiércol es el fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. Como es lógico, sus características nutricionales dependerán fundamentalmente del tipo de ganado en cuestión (Trejo, 2013).

#### **3.8.1. Uso del estiércol como fertilizante**

Antes de usar el estiércol como fertilizante, hay que tener en cuenta una serie de cosas.

La principal de ellas es que no se puede añadir directamente a los cultivos si no que se debe aplicar un cierto tiempo antes de la plantación, el suficiente para que se produzca una degradación de la materia orgánica del estiércol. Dependiendo del cultivo, puede ser entre un mes o 15 días antes de la siembra, ya que el cultivo alcance un buen tamaño ya se le vuelve aplicar el sustrato (Tortosa, 2014).

### 3.8.2. ¿Qué dosis podemos aplicar de estiércol?

Pues legislativamente el máximo está establecido en 170 kg de N por hectárea. Esto viene definido por la legislación sobre contaminación de aguas por nitratos de origen agrícola. Así, se evita llegar al máximo de 50 mg L de nitrato en las aguas superficiales o subterráneas, ya que valores mayores producen graves problemas de salud pública.

Para saber qué dosis podemos aplicar, lo mejor es saber la dosis agronómica. Es el balance entre el nitrógeno que extrae el cultivo durante su ciclo y el nitrógeno que hay en el suelo en forma inorgánica o en el humus, y el que se aplica en el agua de riego. Para igualar el balance, añadiremos el nitrógeno con el fertilizante que en nuestro caso es estiércol (Tortosa, 2014).

### 3.9. **Uso de gallinaza como sustrato orgánico.**

Como ya comentábamos anteriormente, los estiércoles son un excelente material para composta. Un caso muy interesante es el estiércol de gallina o gallinaza ya que tiene unas propiedades muy características. Los estiércoles son muy buenos como agentes inoculantes de microorganismos para el compostaje ya que la excreta de los animales tiene una gran cantidad de microorganismos procedentes del tracto intestinal (Tortosa, 2013).

En el caso de las gallinas como en el de otros animales, las deyecciones son una mezcla entre sólido y líquido, lo que hace que el contenido de nitrógeno sea especialmente alto. Este nitrógeno está en su mayor parte en forma de amonio, que es muy volátil (al convertirse en amoníaco) y que es el causante de fuerte olor de este estiércol haciéndolo muy característico (Pareja, 2005).

Este nitrógeno, aunque potencialmente es un excelente fertilizante, puede ser un verdadero problema si lo aplicamos directamente o no lo estabilizamos bien. El amonio a valores ligeramente básicos (pH 7-8) se convierte en amoníaco, que es el gas causante del fuerte olor de este estiércol. Una técnica muy habitual para aprovechar este estiércol como fertilizante es secarlo o deshidratarlo.

Normalmente, los estiércoles de animales estabulados suelen tener una cama de restos vegetales que permitan absorber la excreta y así, facilitar su manejo. En el caso de la tabla de la caracterización agroquímica, la cama usada fue cáscara de arroz, lo que hizo que su contenido en carbono orgánico fuese más elevado de lo normal para este tipo de estiércoles, especialmente de hemicelulosa.



Imagen 1. Sustrato en proceso (estiércol).

Tabla 3. En la tabla se observa que el sustrato 2(gallinaza) en comparación del sustrato 1 (estiércol de bovino) tiene un mayor contenido nutrimental.

Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza (Castellanos, 1980)		
Nutrientes	Estiércol de bovino	Gallinaza
Nitrógeno	14.2	34.7
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	14.6	30.8
Potasio (K <sub>2</sub> O)	34.1	20.9
Calcio	36.8	61.2
Magnesio	7.1	8.3
Sodio	5.1	5.6
Sales solubles	50	56
Materia orgánica	510	700



Imagen 2. Sustrato en proceso (Gallinaza).

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo general

- Caracterizar el pH de suelo a base de sustrato orgánico para el cultivo de papaya maradol (*carica papaya*) en el municipio de Acala Chiapas.

### 4.2. Objetivos específicos

- Analizar los cambios del suelo con base a la aplicación de los sustratos orgánicos (estiércol de ganado bovino y gallinaza).
- Observar el desarrollo del cultivo y el beneficio que obtiene de la aplicación de los diferentes sustratos.
- Comparar las diferencias fisiográficas de acuerdo a los datos obtenidos del cultivo dependiente de cada sustrato.
- Caracterización de pH.

## 5. Metodología

### 5.1. Localización del sitio experimental.

El proyecto se establecerá en un terreno ubicado en la colonia el zapote, en el municipio de Acala, Chiapas. Localizado a 54.2 km de Tuxtla Gutiérrez.



Imagen 3. En la imagen satelital se observa el área de estudio y la colonia donde se encuentra ubicado.

### 5.2. Ubicación geográfica.

El área de estudio se ubica en el municipio de Acala; Chiapas en la zona centro, su superficie está conformada generalmente por zonas planas, sus coordenadas geográficas son  $92^{\circ} 48'$  longitud oeste y  $16^{\circ} 33'$  de latitud norte. Su extensión territorial es de 480.77 km<sup>2</sup> a una altura de 497 metros sobre el nivel del mar.

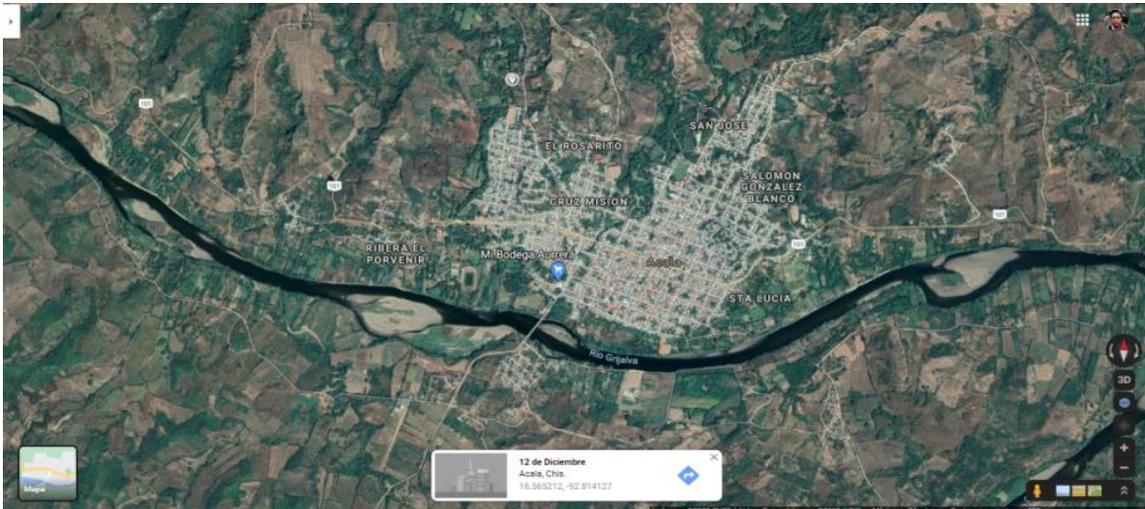


Imagen 4. Se logra observar el municipio de Acala, Chiapas en imagen satelital.

### **5.3. Condiciones climatológicas.**

#### **5.3.1. Clima:**

El clima del lugar donde se trabajara el proyecto es cálido subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual de es de 26.2°, con una precipitación pluvial de 1,000 milímetros (SMN, 2018).

#### **5.3.2. Suelo:**

La vegetación es de selva baja, y el tipo de suelo es clasificado como regosol. Es un suelo mineral y con muy poca materia orgánica (FAO, 2003).

#### **5.3.3. Agua:**

Es irrigado fundamentalmente por el rio Grijalva y sus afluentes: Chiquito, Nandayusi, Nandamujú, Trapiché, Nandamilane, Nandayapa, Ceibo (Andrade, 2014).

### **5.4. Método experimental**

#### **5.4.1. Materiales y herramientas**

Tabla 4. Son los datos sobre los materiales que se compraron y el precio de cada material y herramientas.

Materiales	Cantidad	Precio c/u	Precio total
Semillas de papaya Maradol roja ( <i>Carica Papaya</i> )	2 bolsa	\$20	\$40
Sistema de riego por goteo	2 Kit SRG	\$472.14	\$ 944.28
Rastrillo	1	\$45	\$45
Pala	2	\$75	\$150
Coa	1	\$60	\$60
Azadón	1	\$244	\$244
Machete	1	\$85	\$85
Sustrato 1 ( estiércol de ganado)	20 Kg	\$0	\$0
Sustrato 2 ( gallinaza)	20 Kg	\$0	\$0

### 5.5. Variable a evaluar

Se utilizó un diseño experimental utilizando 3 tipos de sustrato orgánico

Sustrato 1 (Estiércol de ganado bovino)

Sustrato 2 (Gallinaza)

Sustrato 3 (Sustrato neto)

Los datos fueron tomados cada 20 días por 7 meses (Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo), para evaluar los cambios fisiográficos y las variables fueron:

Grosor del tallo (se medirá con un vernier)

Altura de la planta (se medirá con un flexo metro)

Tamaño de la hoja (se medirá con un vernier y flexo metro)

Analizar pH de dos tipos de suelo y diferenciarlos.

Caracterización de pH del suelo antes de colocarles los sustratos y después de aplicar los sustratos.

### 5.6. Procedimiento.

Se trabajó en un área de 8 metros de largo y 7 metros de ancho, se hicieron 3 melgas de 1 metros de ancho y 8 de largo y 4 calles de 1 metro de ancho y 8 de largo, en 2 camellones tiene 7 plantas y una de 6 plantas, con un total de 20 plantas, La distancia de cada planta es de 1 metro.



Imagen 5. Área de estudio del cultivo.

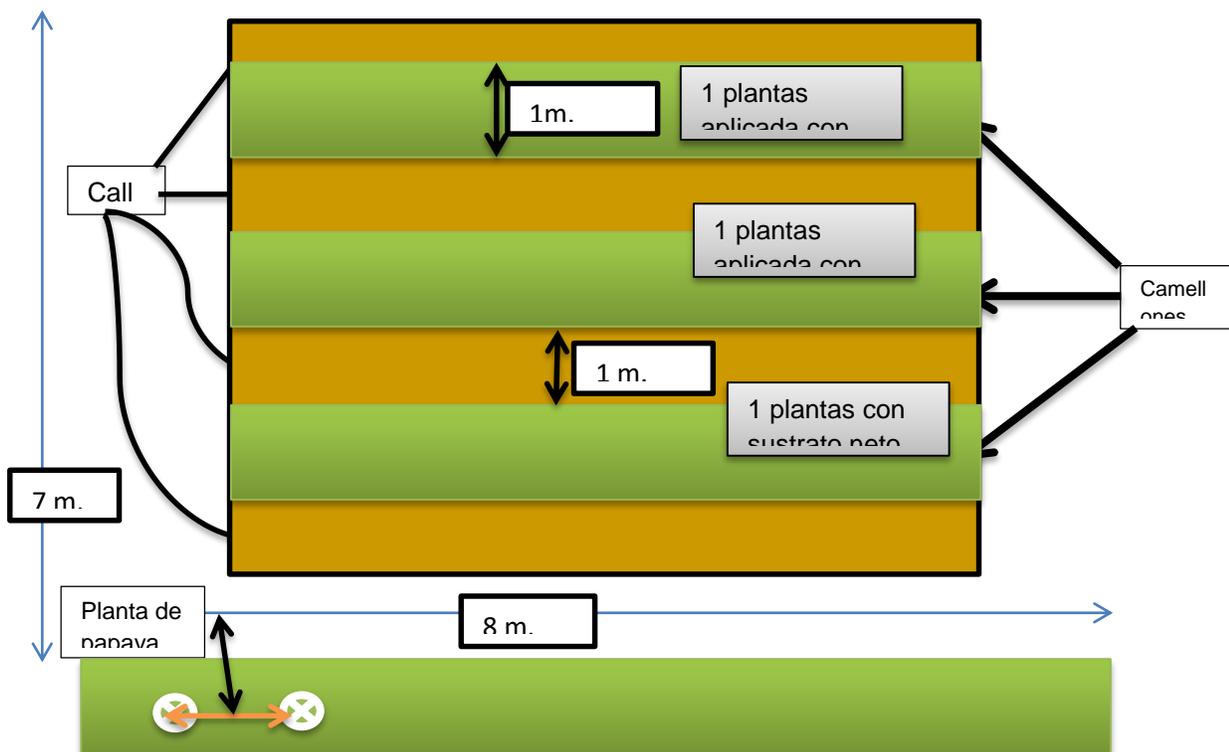


Imagen 6. Esquema del área de estudio con sus medidas (fuente propia).

#### 5.6.1. Germinación de las semillas.

Las semillas se colocaron en bolsas negras para cultivos, esta se relleno de tierra negra y sustrato 2 (Gallinaza). Ahí la semilla germino a los 20 días y se esperó para que alcanzara la altura de 20 cm, para así poder trasplantarlas.

Se le regaba diario a las 10 am y a las 3 pm para que la semilla germinara de buena manera.

Se sembraron 25 plantas para analizar cuales germinaban y en total germinaron las 25 plantas pero al trasplantarlas a la semana 5 plantas sucumbieron.

#### 5.6.2. Mantenimiento del área de estudio y elaboración de los camellones.

El mantenimiento del área de estudio se hizo con un machete y una coa para eliminar toda la maleza y quede limpio, se aplicó el sustrato 1 (estiércol de ganado) al área de estudio y con el rastrillo, se rastró la tierra para mezclarla con el área de estudio. Pero antes de hacer la mezcla se tomó una muestra de suelo para caracterizarla y obtener el nivel de pH que tenía el área, ya terminada la mezcla se empezó a elaborar los camellones con una altura de 10 cm con ayuda de un azadón.



Imagen 7.

Ejemplo de la elaboración de camellones.

#### 5.6.3. Preparación y aplicación de los sustratos 1 y 2.

Para el tratamiento de los sustratos 1 y 2 se colocara 2 lonas grandes de 5 m<sup>2</sup> cada una, en cada lona se colocaran los sustratos y se rego hasta que estuviera húmedo, después se mezcló bien y se dejó reposar en el sol por 4 días, pasando los días mencionados, ya quedo listo para aplicase.

Para la aplicación se acomodó un montón de estiércol en el área donde se aplicó y con el rastrillo se extendió por toda esa área, la primera aplicación se hizo 15 días antes de la trasplantación para preparar el suelo.

#### 5.6.4. Trasplantación

Estando listas la plantas con buena altura y en el área de estudio, terminado el mantenimiento y tratamiento ahora se pasa a la trasplantación, se escarbo unos pequeños agujeros para ir colocando las plantas y rellenarlas con la misma tierra. Ya terminada la trasplantación se riega el área para ablandar el suelo y las raíces se puedan aferrar a este. El segundo día después de la trasplantación se le vuelve aplicar los sustratos 1 y 2, y de ahí ya cada mes se le ira aplicando los sustratos.

#### 5.6.5. Caracterización de pH con tres muestreos.

Para hacer la caracterización se hicieron tres muestreos, uno del área del sustrato 1, otro del sustrato 2 y el último del sustrato neto.

Para conocer el nivel de pH y así poder controlarlo con la aplicación de los sustratos y tener conocimiento de que nutrientes tiene el suelo.

Para extraer la muestra se utilizó una pala y se excavó 30 cm de profundidad. Se adquiere la muestra del fondo y fue mandado al laboratorio para poder caracterizar su nivel de pH.



Imagen 8. Muestreo de suelo.

## 6. Presentación y análisis de resultados

Analizar los cambios de suelo con base a la aplicación de los sustratos orgánicos (estiércol de ganado bovino y gallinaza).

Se observó el suelo durante 15 días y se notó que en la parte que se le aplicó los 2 sustratos las plantas se desarrollaron más rápido y se percibieron más viva, y en las del sustrato neto la plantas se notaban marchitas, ahí fueron donde se eliminaron 3 plantas en esa área, entonces se repitió el trasplante de otras plantas.

En la manera de drenar el agua, la del sustrato neto retenía un poco más el agua y eso hace que la planta se estuviera ahogando por el exceso de agua que recibía; y en la que se le aplicó los sustratos drenan muy bien el agua y las raíces de las plantas absorben solo lo necesario.



Imagen 9. Se observa el área de estudio y el sistema de riego.

Observar el desarrollo del cultivo y los beneficios que obtienen de la aplicación de los sustratos.

Plantas con el sustrato neto: Se observa que les faltan hojas, algunas de sus hojas se hacen amarillas rápidamente, son más pequeñas y llevan un mal desarrollo por la altura que logran obtener.



Imagen 10. Planta tratada con sustrato neto.

Plantas con el sustrato 1 (estiércol de ganado bovino): Se observa un buen desarrollo, tienen más hojas y un buen color, se notan con más vida y con una buena altura.



Imagen 11. Planta tratada con sustrato 1

Plantas con el sustrato 2 (Gallinaza): Se observan con muy buen desarrollo, las plantas tienen buenas hojas con buen color, el tallo es grueso y tienen buenas alturas.



Imagen 12. Planta tratada con sustrato 2.

Comparar las diferencias fisiográficas de acuerdo a los datos obtenidos del cultivo dependiente de cada sustrato.

Tabla 5. Crecimiento fisiográfico de las plantas de Papaya Maradol (*carica papaya*).

Mes 1					
Plantas	Tallo	altura	Hojas	Sustrato aplicado	Observaciones
Muestra 1 De la 1ª melga	0.6 cm	23 cm	3 hojas mas	Sustrato 1 300 g.	Un buen desarrollo, no tiene hojas amarillas y buena altura.
Muestra 1 De la 2ª melga	0.7 cm	26 cm	4 hojas mas	Sustrato 2 250 g.	Un buen desarrollo, sin hojas amarillas y buena altura.
Muestra 1 de la 3ª melga	0.4 cm	23 cm	1 hoja mas	Sustrato neto	Un crecimiento lento, hojas amarillas (1), se nota hojas caídas.



Imagen 13 y 14. Mediciones de tallos con vernier.

### Caracterización de pH

Tabla 6. Se tomaron tres muestras de suelo para analizar su pH en el laboratorio.

Pruebas de pH	Fechas de toma de pH en laboratorio	Fechas de toma de pH en laboratorio
	12/marzo/2021	28/abril/2021
Sustrato nato	8.48	8.39
Sustrato composta (estiércol)	6.73	6.46
Sustrato composta (Gallinaza)	6.67	6.28

El pH que debe tener el suelo es de 5 a 6; 6.5 como máximo (Trejo H. 2013). El sustrato nato se ve muy elevado el pH y por esta razón es que no obtiene los nutrientes necesarios para que la planta se desarrolle de buena manera.



Imagen 15. Extracción de la muestra de suelo.

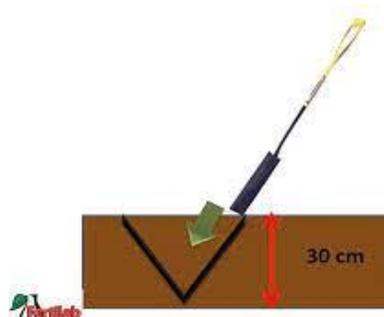


Imagen 16. Ejemplo de la extracción de la muestra de suelo.

## 7. Conclusión

Se realizó una caracterización de pH en el suelo de cultivo de papaya maradol roja (*Carica papaya*) en el cual se encontraron resultados muy concretos referente al sustrato 2 (Gallinaza), que aporta mejor nutrientes y control de pH en suelos ácidos a diferencia del sustrato 1 (estiércol de ganado bovino) que aporta buenos nutrientes pero poco menos que el sustrato 2 y el sustrato neto que aporta mucho menos que los dos sustratos.

Al trabajar con estos 3 tipos de sustratos, vas analizando cual te da mejor resultado utilizando las comparaciones fisiográficas al diferenciar el desarrollo de las plantas, que unas tiene el tallo más grueso y otras que están más delgadas. Se diferencia en la altura, la cantidad y el color de las hojas.

Las diferencias que te dan mejores opiniones son los resultados de la caracterización de pH de los 3 diferentes sustratos, ya que el sustrato 3 o neto obtiene una gran cantidad de pH alcanzando 8.43 y 8.39, el suelo es alcalino y no obtendría los nutrientes como hierro, manganeso y zinc. Los sustratos 1 y 2 obtienen un pH óptimo entre 6 y 6.8, en este rango el suelo obtiene básicamente todos los nutrientes. Aunque hay autores que manejan un rango de 5.5 y 7, lo más recomendable es manejar un rango de 5.5 y 6.5 porque son más esenciales los nutrientes. Por lo que es más recomendable y viable utilizar el sustrato 2 (Gallinaza) para el mejoramiento de suelo en diferentes cultivos.

## 8. Anexo, gráficas y apéndice



Imagen 17. Semilla germinada.



Imagen 18. Área tratada con sustrato 1 (estiércol de ganado).



Imagen 19. Área tratada con sustrato 2 (Gallinaza).

## 9. Referencias bibliográficas

- C.V, W. A. (2012). *cultivo de papaya* . Guadalajara : West Analítica y Servicios S.A. de C.V.
- Dr. Enrique Vasquez Garcia, D. H. (2010). *Papaya Maradol* . Tamaulipas : inifap.
- Fitz Patrick. (200). *Introduccion a la ciencia del suelo*. México: Trilla.
- Felipe Mirafuentes Hernandez, V. P. (2006 ). *Manual de produccion de papaya* . Tuxtla Chico, Chiapas : Inifap .
- Hector Idilio Trejo, E. S. (2013). *impacto del estiércol de bovino en el suelo* . estado de mexico : Remexca.
- Pareja, M. M. (2005 ). *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. colombia : lasallista .
- Sagarpa. (2014). *Nutrición integral del suelo para el cultivos de papaya* . veracruz : sagarpa, cofupro.
- Tortosa, G. (10 de junio de 2013). *Materiales para compostar: Estiércol de gallina o «Gallinaza»*. Recuperado el 06 de octubre de 2020, de Compostando ciencia laboratorio: <http://www.compostandociencia.com/2013/06/gallinaza-html/>
- Tortosa, G. (22 de Agosto de 2014). *Uso del estiércol como fertilizante*. Recuperado el 06 de octubre de 2020, de Compostando ciencia laboratorio: <http://www.compostandociencia.com/2014/08/uso-estiercol-como-fertilizante/#:~:text=El%20esti%C3%A9rcol%20es%20el%20fertilizante,nutrientes%20de%20los%20suelos%20agr%C3%ADcolas.>
- Dr. Ginés Navarro García. (2014). *Fertilizante, química y acción*. Madrid, España. mundi-prensa.
- Alberto Moreno Vega. (2015). *Operaciones Auxiliares de Preparación del Terreno, Plantación y Siembra de Cultivo*. España. Paraninfo

- Fernando Gil-Albert Velarde. (2019). *Preparación del medio de cultivo*. España. paraninfo.
- J.Z. Castellanos. (2010). *manual de interpretación de análisis de suelo y agua*. México. Inragi.
- Prudencio López Fuster. (2005). *Agua y Agronomía*. España. mundi-prensa.