

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO

PROYECTO:

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE HORTALIZAS DE LECHUGA
(*Lactuca sativa L.*) Y PEPINO (*Cucumis sativus L.*) UTILIZANDO ÁCIDO
HÚMICO Y HUMUS ORGÁNICO PROVENIENTE DE LA PILA DE
COMPOSTA”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

CRISTOPHER ALEXIS DÍAZ JUÁREZ

DIRECTOR:

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ



Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Agosto 2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios por permitirme llegar al final de este largo camino que a la vez representa el principio de un largo recorrido.

A mis padres por darme el regalo de la vida y brindarme su ayuda.

¡¡GRACIAS!!

A mi hermano que a lo largo de estos años ha sido mi compañero, amigo y consejero.

¡¡GRACIAS!!

A mis abuelitos, tíos, primos y amigos que de diversas maneras colaboraron conmigo durante todo mi tiempo de estudio.

¡¡GRACIAS!!

Agradecimientos

Primeramente, a Dios, por guiar con claridad y certeza, cada uno de los pasos en mi vida, que me han llevado a cumplir cada uno de mis propósitos y metas.

También por haber puesto en mi camino a cada de mis seres queridos que han sido mi soporte y fortaleza durante estos años de mi vida.

A mis padres por su confianza incondicional y brindarme todo el apoyo necesario para poder concluir mis estudios de licenciatura.

A mi hermano por su ejemplo de vida y consejos.

A mi director de tesis el Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández por su apoyo y confianza para la realización de este trabajo de tesis y por estar conmigo en esos momentos difíciles.

A todo el personal (docente, administrativo y de campo) de la facultad de Ingeniería Ambiental que día a día se esfuerzan por hacer de nosotros mejores personas, gracias por su esfuerzo.



Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 26 de agosto de 2021

C. Christopher Alexis Diaz Juarez

Pasante del Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

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

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. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Mtro. Ulises González Vázquez

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Firmas:

Ccp. Expediente

Índice

INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	11
MARCO TEÓRICO	12
1.1 Antecedentes Históricos	12
1.2 Situación Actual de Hortalizas en México	14
1.2.1 Situación Actual de Hortalizas Lechuga y el Pepino en México.....	15
1.3 Beneficio de las hortalizas.....	16
1.4 Lechuga.....	17
1.4.1 Clasificación Botánico de la Lechuga	17
1.4.2 Clasificación taxonómica de la lechuga.....	17
1.4.3 Clasificación Morfológica de la lechuga	18
1.4.4 Requerimientos Climáticos	18
1.5 Pepino.....	20
1.5.1 Clasificación Botánica del Pepino	20
1.5.2 Clasificación taxonómica del pepino	20
1.5.3 Clasificación Morfológica del Pepino.....	21
1,5,4 Requerimientos Climáticos.....	22
MARCO CONCEPTUAL.....	24
1.6 Materia orgánica:.....	24
1.6.1 Propiedades.....	25
1.6.1.3 Propiedades Biológicas.....	27
1.7 Compostaje	28
1.7.1 Efectos de la aplicación del compostaje	28
1.8 Humus orgánico	29
1.9 Acido Húmico:	30
1.9.1 Efectos del Ácido Húmico en el Suelo	31
1.9.2 Efecto del Ácido Húmico en las Plantas.....	31
1.10 Nutrientes Requeridos Para Las Plantas	31
1.10.1 Nutrientes primarios.....	31
1.10.2 Nutrientes secundarios	33
1.10.3 Micronutrientes	35

OBJETIVOS.....	37
1. General	37
2. Específicos.....	37
METODOLOGÍA.....	38
1.1 Método	38
1.2 Localización del sitio experimental	38
1.3 Descripción del lugar.....	39
1.4 Condiciones ambientales.....	39
1.4.1 Clima:.....	39
1.4.2 Suelo:.....	39
1,4,3 Agua:.....	39
1.5 Materiales.....	40
1.6 Variables Evaluadas.....	40
1.6.1 Materiales a evaluar.....	41
1.7 Riego.....	41
1.8 Procedimiento de la lechuga	41
1.9 Procedimiento del pepino	44
1.10 Aplicación de los sustratos orgánicos	46
1.11 Análisis de resultados	46
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	47
1. Crecimiento de las hortalizas pepino y lechuga.....	47
1.1 Altura de la planta	47
1.2 Grosor del tallo.....	49
1.3 Número de hojas	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 60% de todas las muertes en el mundo se deben a las enfermedades crónicas no transmisibles, tales como las cardiovasculares, cáncer, diabetes y obesidad, debido al uso de químicos sintéticos (Olaizola et al., 2006 citado por Rojas, 2017, pg.16). Por eso es muy importante practicar la agricultura orgánica, ya que es una de las opciones más prometedoras para la producción de la agricultura tanto a nivel nacional como e internacional. La agricultura permite aplicar prácticas tradicionales como el uso de abonos orgánicos. Debido a su origen natural, se caracterizan por contener pequeñas cantidades de nutrientes a comparación de los fertilizantes sintéticos. Los abonos orgánicos están mejor representados por la composta y la lombricomposta (Arriaga, 2015 citado por Pérez, 2016, pg.1).

El consumo de hortalizas frescas ha incrementado en las últimas décadas, siendo las responsables de una amplia variedad de enfermedades transmitidas por alimentos, estos pueden contaminarse en cualquier punto de producción, desde el cultivo, cosecha, procesamiento, distribución y preparación final (Lynch et al., 2007 citado por Rojas, 2017, pg.16). Por eso, este trabajo de investigación se basará en la utilización de abonos orgánicos, como el ácido húmico y el humus orgánico proveniente de la pila de composta, para cultivar hortalizas, de lechuga y pepino.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una hortaliza de mucha importancia, dadas sus condiciones climáticas y diversidad lo que permite cultivarlo en diferentes épocas y lugares en condiciones de invernadero, pero al aire libre en diferentes épocas. Además, tiene un alto contenido de agua 90 - 95 % y es rica en antioxidantes (beta-caroteno) como las vitaminas A, C, E, 81, 82, 83, 89 y K; entre los minerales que contiene, tenemos: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro.

El pepino es una de las hortalizas más populares a nivel mundial para producirlo en condiciones protegidas y a campo abierto. Esta hortaliza está adaptada para desarrollarse bien durante el ciclo primavera – verano, así como en otoño – invierno (Lira et al., 2013 citado por Méndez, 2016, pg.2).

En Venustiano Carranza, Chiapas, el uso de fertilizantes sintéticos ha ido incrementando con el paso de los años, y siempre ha sido un problema ambiental ya que es una de las actividades que se genera una contaminación en los suelos debido al exceso de químicos. Es por eso que esta investigación se implementó en la utilización de abonos orgánicos para el cultivo de hortalizas. Lo que se pretende con esta investigación es determinar una combinación Acido Húmico y humus orgánico, cuyas características combinadas pueda fortalecer y desarrollar a las hortalizas de pepino y lechuga.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

Se dice que en el mundo la escasez de alimentos se genera por diversos problemas, como son, la dependencia alimentaria, el crecimiento poblacional, la tenencia de la tierra, la integración de los mercados, la productividad del campo y los recursos naturales.

En México, la producción en el campo no representa una actividad económica sino una serie de complejos problemas. Actualmente, el noventa y siete por ciento de las unidades de producción tiene problemas en el desarrollo de las actividades agropecuarias. La falta de apoyos, los altos costos de insumos y servicios, las pérdidas por cuestiones climáticas y plagas, la falta de capacitación, la pérdida de fertilidad del suelo y la infraestructura insuficiente para la producción, resaltan entre los doce principales obstáculos que tienen que sortear los agricultores y ganaderos del país (Marvella, C; 2003). Se observa que el problema más fuerte es la falta de apoyos, así lo considera el 83.25 por ciento de las unidades de producción.

El cultivo de hortalizas ha sufrido una evolución y un cambio en toda su concepción; ésta nueva situación se caracteriza por una mayor especialización de las diferentes áreas de trabajo. Como resultado de esta especialización, ha existido un cambio paulatino en los métodos de siembra utilizados tradicionalmente debido principalmente, a la existencia de factores limitantes para el desarrollo de los cultivos en el suelo natural; particularmente salinización, enfermedades y agotamiento de los suelos agrícolas (Quesada, 2001; Pastor, 1999).

Hoy en día, en la ciudad de Venustiano Carranza, Chiapas. La agricultura es muy importante e indispensable, pero a la vez es una de las actividades que contaminan al medio ambiente. Como se sabe, el uso de fertilizantes sintéticos o químicos, son los causantes de la contaminación del suelo ya que estos productos, provoca que el cultivo o la cosecha este contaminada y además haya una pérdida de nutrientes o de microorganismos siendo imposible que a largo plazo ese suelo sea fértil para la agricultura.

La importancia de este proyecto radica en la implementación del ácido húmico y humus orgánico proveniente de la pila de composta de residuos orgánicos (hojas secas, cascara de frutas o verduras) para poder determinar que factible es este método y si es apta para ser utilizada como una alternativa en la producción de hortalizas en el restaurante "MAYA" ubicado en la ciudad de Venustiano Carranza, Chiapas.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se realizó con el fin de implementar una alternativa de desarrollo viable, económico, social. Usando un método de abonos orgánicos, en este caso ácido húmico y humus orgánico proveniente de la pila de composta, para la producción de hortalizas de Lechuga y Pepino.

En la actualidad la agricultura en la ciudad de Venustiano Carranza, Chiapas aún se usa los fertilizantes sintéticos, esto provocando a largo plazo un deterioro en los suelos como agotamiento de nutrientes y de microorganismos.

Se dice que en la implementación de este método con abonos orgánicos es muy importante en varios aspectos, ya que se generan alimentos más sanos, los suelos se enriquecen de nutrientes, además es muy económica y sencilla de realizar. Esta investigación es de gran importancia, porque se obtendrán grandes beneficios tanto para mí y para las personas que deseen aplicar este método.

El desarrollar dicho proyecto con sus respectivos estudios tiene demasiada importancia, porque con ellos podemos adquirir conocimientos y transferirlos a la sociedad. Especialmente en el restaurante "MAYA" ubicado en la ciudad de Venustiano Carranza, Chiapas, aplicar este método con abonos orgánicos generaría un impacto positivo tanto como ecológico, económico y social.

Esta investigación dará conocimientos necesarios para mejorar el cultivo de hortalizas, haciendo un mejor uso en el manejo de los sustratos orgánicos. Y todos los resultados obtenidos se aplican en ciencias, teorías e hipótesis.

1.1 Antecedentes Históricos

Desde la antigüedad, el hombre se ha beneficiado con los huertos orgánicos, y con el paso de los tiempos los huertos han ido adquiriendo numerosas funciones importantes tanto en el plano familiar como en el plano comunitario.

Señala que en el oriente desde cientos de años cultivaban huertos en su casa, esta costumbre trascendió a Europa rápidamente. Durante la segunda guerra mundial, el programa de huertos caseros se proporcionó en los estados unidos y se dominó victoria, que aportaron el 40% de las hortalizas verdes (García, 2014).

La lechuga apareció bajo diversas formas, correspondiéndose cada una de ellas con una roseta de hojas sobre un tallo corto. La mayor parte se parecen a una lechuga representada en pinturas de tumbas egipcias que se remontan hasta alrededor de 2500 años antes de Cristo, en la Cuarta dinastía. Este tipo de lechuga se cultiva aún en Egipto y parece ser la variedad más antigua utilizada para la alimentación humana (González y Zepeda, 2013).

También menciona que la lechuga, es menos clara a medida que nos remontamos en el tiempo. Un tipo de lechuga conocida como lechuga de semillas de aceite se parece intensamente a la lechuga silvestre, pero presenta características de domesticación.

De esta forma, la domesticación de la lechuga habría sido realizada en el valle del Nilo o en la región del Tigris y el Éufrates, que se corresponden con las zonas de diversidad máxima de las especies adventicias de *Lactuca* y de formas emparentadas.

Las hortalizas de hojas que se consumen crudas, la más importante es la lechuga. Posee un escaso valor nutritivo, con un alto porcentaje de agua, sin embargo, presenta un aporte de fibra y de vitamina E en la dieta humana.

Por otro lado, el pepino es una de las hortalizas que el ser humano a cultivado a lo largo del tiempo ya que contiene un alto contenido de ácido ascórbico y vitamina B.

Maroto (2002) “señala que el pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, siendo cultivado en la india desde hace más de 3,000 años. De la india se extiende a Grecia y de ahí a roma y posteriormente se introdujo a china. El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal colon llevo semillas a América. El primer híbrido apareció en 1872” (Mejía, 2010).

El pepino es nativo de Asia y África, siendo utilizado para la alimentación humana desde hace 3000 años por lo menos. Fue introducido a china en el año 100 a. De C., posteriormente a Francia en el siglo IX. En Inglaterra era común en 1327, siendo llevado después a estados unidos (Valadez, 1989, citado por Méndez, 2016).

1.2 Situación Actual de Hortalizas en México

En México el sector agrícola, destaca por su nivel de desarrollo tecnológico y de competitividad con otros grupos de cultivos, además algunas ventajas es que cuenta con una amplia diversidad de climas y de condiciones ambientales que favorecen el potencial de productividad, lo que le permite cosechar cualquier tipo de cultivo en diferente temporada del año.

Según en el 2013, la producción mundial de frutas y hortalizas se estimó en 1.8 millones de toneladas. Nuestro país ocupó la séptima posición con una participación de 1.7% en la oferta global, después de China (40.4%), India (11.2%), Estados Unidos (3.4%), Brasil (2.7%), Turquía (2.4%) e Irán (2.0 por ciento).

La demanda de alimentos orgánicos en México ha estado creciendo en los últimos años junto con la tendencia general por una alimentación más sana. México es uno de los 20 productores principales de alimentos orgánicos en el mundo con 520 mil hectáreas de terreno dedicadas a la agricultura (SAGARPA, 2015).

El subsector hortícola de México aporta 16% del valor de la producción agrícola con sólo el 2.7% de la superficie agrícola y 2.1% de la producción total (SAGARPA; SIACON 2010). Presenta tasas de crecimiento promedio anuales positivas, la superficie cultivada ha crecido a 2.03%, la producción a 3.62%, mientras que el valor de la producción en términos nominales a 27.43%, lo anterior lo caracteriza como un subsector con un fuerte dinamismo y grandes expectativas para el desarrollo agrícola del país (SAGARPA; SIACON, 2010).

1.2.1 Situación Actual de Hortalizas Lechuga y el Pepino en México

La lechuga en México, continúa aumentando la superficie de siembra, lo cual determinó que en el 2015 la producción superior fue de 7,6% con respecto a la producción de 2006. Guanajuato se posiciona como líder indiscutible con el 26% del volumen nacional y un valor de cosecha de 313 millones de pesos, seguido por Zacatecas, Baja California, Puebla, Aguascalientes, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y San Luis Potosí. En México la superficie sembrada en el año 2012 fue de 17,315.21 ha y la cosechada de 16,194.71 ha, en cuanto a la producción es de 335,337.28 ton y el rendimiento medio nacional es de 20.71 t ha⁻¹ (SIAP 2013). Comparando estos datos con lo reportado por la FAO en 2008, para el año 2007 el rendimiento medio mundial es de 22.09 t ha⁻¹, podemos decir que en México la lechuga que se produce no alcanza para la media mundial.

En México la producción de pepino. A este respecto, Hidroponía (2015) Señala que la hortaliza juega un papel muy importante debido a que su consumo genera una gran demanda tanto en el mercado nacional como e internacional, lo que provoca que al año se produzcan poco más de 700 mil toneladas cultivadas a lo largo de la República donde estados como Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz son los principales productores de pepino. Debido a esto el país ocupa el puesto número 11 como productor a nivel mundial con poco más de 16 mil hectáreas destinadas para la producción de esta hortaliza; asimismo México se encuentra entre los primeros lugares en la lista de exportadores, seguido de España y Holanda, donde Estados Unidos es el principal consumidor con una importación del 83 por ciento del total que se produce, el resto se envía a Canadá.

El pepino es la cuarta hortaliza de importancia para México su relación entre la cantidad exportada y cantidad producida es cercana a noventa por ciento lo cual lo convierte en un elemento clave en las políticas exportadoras de los productos hortícolas (FAO, 2003).

1.3 Beneficio de las hortalizas

Las hortalizas son una fuente muy rica en nutrientes, vitaminas y otros, los cuales aportan al cuerpo muchos beneficios como ser: reconstrucción de tejidos (proteínas), producir energías (carbohidratos), regular funciones corporales (vitaminas), tener buena digestión (fibras) (Silva, 2017).

Los fitoquímicos son compuestos químicos naturales que tienen la característica de otorgar propiedades funcionales a las hortalizas. Esto significa que su consumo produce efectos beneficiosos para la salud ya que algunos tienen acción antioxidante, previniendo la aparición de enfermedades como las cardiovasculares y otros facilitan la eliminación de sustancias cancerígenas presentes en el organismo (Zoppolo, 2008).

Las hortalizas contienen pigmentos como los carotenoides (alfa y beta carotenos entre otros), algunos de los cuales se convierten en vitamina A, una vez que ingresan al organismo. Por eso se considera a este grupo de alimentos fuente de vitamina A. Esta vitamina participa en múltiples funciones destacándose su importancia en el mecanismo de la visión. Tiene además un efecto protector en enfermedades como cáncer, cataratas y enfermedad cardiovascular, siendo el beta caroteno el más importante por su actividad antioxidante.

1.4 Lechuga

1.4.1 Clasificación Botánico de la Lechuga

La lechuga, se produce durante todas las épocas del año, por lo que siempre se presenta una gran demanda en los mercados. Es una hortaliza rica en vitamínicos, contiene agua, proteína, grasas, hidratos de carbono. Tiene elevadas dosis de vitaminas A, B, C y E.

La lechuga es una planta perteneciente a la familia de las compositae, que posee una raíz pivotante, con numerosas raíces laterales, las cuales se desarrollan principalmente en la parte superficial del suelo, sobre los primeros 30 centímetros de profundidad (Tarigo et al., 2004, citado por Vásquez, 2015).

Posee un tallo muy corto y las hojas forman una roseta que varía tanto de tamaño como de forma, textura y color, dependiendo de la variedad que se cultive. Una vez que pasa la madurez comercial, bajo condiciones ideales de clima se forma un tallo floral que puede llegar a medir de 1 a 1,2 metros, dependiendo de las variedades. (Galván et al., 2008, citado por Vásquez, 2015).

1.4.2 Clasificación taxonómica de la lechuga

Nombre científico:	Lactuca sativa L.
Nombre común:	Lechuga
Reino:	Plantae
Género:	Lactuca
Epíteto Especifico:	Sativa
Autor Epíteto Especifico:	L
Tipo:	Hoja

1.4.3 Clasificación Morfológica de la lechuga

Hoja:

Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. Sus formas pueden ser ovales, oblongas, ramificadas, crespas o lisas; pueden ser brillantes u opacas según la variedad.

Tallo:

Es corto y cilíndrico, lleva una roseta de hojas que varían en tamaño, textura, forma y color según la variedad del cultivo.

Raíz:

La raíz, no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

Inflorescencia:

Son amarillas, pequeñas y se agrupan en un mismo nivel apical, naciendo sus pedúnculos a diferentes alturas del núcleo principal.

Semillas:

Están provistas de un vilano plumoso.

1.4.4 Requerimientos Climáticos

Altitud:

Desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. No cultivar en zonas con problemas de heladas.

Temperatura:

La lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas. Puede vivir a temperaturas de 0° C.; pero cuando ésta baja de los 6° C., suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan lesiones foliares. Por debajo de los 5° C. la lechuga no emite raíces nuevas, pero sí a partir de los 10° C. No obstante, soporta peor las temperaturas elevadas que las relativamente bajas. Los climas excesivamente calurosos provocan con mayor facilidad la emisión de tallos y flores, vulgarmente conocida como «subida a flor» de la planta. La temperatura media óptima para la lechuga oscila entre los 15 a los 20° C.

Humedad relativa:

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque este sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80 %, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan.

Suelo:

La lechuga es una planta que se adapta bien a todo tipo de suelos, excepto los que tengan problemas de encharcamiento, siendo los más idóneos los ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, ligeros y bien drenados.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenosos-limosos, con un buen drenaje, situando el pH óptico entre 6,7 y 7,4.

Agua:

Ya se ha dicho que es muy sensible a los excesos de humedad. Su poco desarrollado sistema radicular hace que soporte también mal la sequía, disminuyendo el tamaño de la lechuga.

Los mejores sistemas de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son, el riego por goteo (cuando se cultiva en invernadero), y las cintas de exudación (cuando el cultivo se realiza en aire libre).

1.5 Pepino

1.5.1 Clasificación Botánica del Pepino

El pepino es una hortaliza herbácea anual, de la familia de las cucurbitáceas, de crecimiento rastrero o trepador, sus tallos son blandos, flexibles, largos, huecos y algo espinosos.

Las flores son monoicas, de color amarillo, existiendo los dos sexos en la misma planta. La flor masculina tiene el cáliz de cinco sépalos, la corola seccionada en cinco divisiones, tiene forma de campana y contiene en su interior tres estambres. La flor femenina posee cáliz y corola semejante a la masculina y ovario ínfero muy notable.

1.5.2 Clasificación taxonómica del pepino

Nombre científico: Cucumis sativus

Nombre común: Pepino

Especie: Cucumis sativus L.

Familia: Cucurbitáceae

1.5.3 Clasificación Morfológica del Pepino

Raíz:

El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1.0 - 1.20 metros de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 a 30 centímetros del suelo.

Tallo Principal:

Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 metros en condiciones normales.

Señalan que el tallo principal es espinoso, flexible, de sección angular, cubierto de pelos, con crecimiento indeterminado, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo en el lado opuesto a la hoja. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores (Zamudio, Félix, 2014).

Hoja:

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos. Posee de 3 a 5, lóbulos angulados y triangulares, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva.

Flor:

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Fruto:

Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que empieza con un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se 7 presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 15 y 35 cm de longitud. Además, es un fruto carnoso, más o menos cilíndrico, exteriormente de color verde, amarillo o blanco e interiormente de carne blanca. Contiene numerosas semillas ovaladas de color blanco amarillento y de tamaño mediano.

1,5,4 Requerimientos Climáticos

Temperatura:

El pepino, por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una humedad relativa también alta. Sin embargo, el pepino se adapta a los climas cálidos y templados, y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar.

Humedad:

Es una planta con elevados requerimientos de humedad debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60 – 70 % y durante la noche del 70 – 90 %. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación es infrecuente. Respecto a la humedad relativa del aire el cultivo es muy exigente, a excepción del período de recolección, en el cual las plantas se hacen más susceptibles a algunas enfermedades fungosas.

Luminosidad:

El pepino es una planta que crece, florece y se fructifica con normalidad, incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas; a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Tiene exigencias elevadas por lo que es aconsejable establecer el cultivo en terrenos muy soleados, ya que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz la reduce.

Vientos:

Los vientos con varias horas de duración, de más de 30 km/h de velocidad, aceleran la pérdida de agua de la planta al bajar la humedad relativa del aire, aumentando las exigencias hídricas de la misma y reduciendo la fecundación por menor humedad de los estilos florales. En definitiva, provoca detención de crecimiento y reduce la producción. Por lo expuesto, el pepino debe cultivarse en sitios resguardados del viento o disponer de cortinas rompevientos.

Suelo:

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados, desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor a 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular, para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos.

MARCO CONCEPTUAL

1.6 Materia orgánica:

Como se sabe, la materia orgánica se constituye por una capa del suelo, esta, está compuesta por restos de seres vivos, como plantas, animales o residuos orgánicos, que brindan diversos nutrientes a los organismos como las plantas. A este respecto, Cosmocel, (1998) la materia orgánica junto con el aire, agua y minerales es uno de los componentes básicos del suelo. Se define como el conjunto de componentes orgánicos, de origen animal o vegetal, que se encuentra en diferentes estados de descomposición o transformación (Cruz, 2001, 15).

La materia orgánica está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus. Durante el proceso de descomposición los microbios pueden atrapar nitrógeno del suelo. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje del mismo y de su laboreo. Los suelos minerales con mayor contenido de materia orgánica son normalmente los suelos de praderas vírgenes.

1.6.1 Propiedades

Los residuos orgánicos contienen todos los elementos esenciales que requieren las plantas para su desarrollo en formas orgánicas complejas, las cuales de ser transformadas mediante un procesamiento adecuado se convierten en formas aprovechables para las plantas constituyéndose en valiosos auxiliares de los fertilizantes químicos coadyuvando en la nutrición vegetal o mejorando el aprovechamiento de los mismos (Cruz, 2001).

La materia orgánica es una fuente de nutrimentos, tales como nitrógeno, fósforo, azufre y actúa también como agente quelatante de microelementos, tales como el Fe y Mn y como fuente de ácidos húmicos y fúlvicos que en algunos casos pueden afectar la fisiología de la planta favorablemente (Castellanos, 2000).

Cabe señalar, las propiedades mejoran la estructura del suelo, principalmente a través de la formación de agregados estables. Disminuye la densidad aparente del suelo, por tener una menor densidad de la fracción mineral. Aumentar la porosidad del suelo, mejorando la aireación, penetración y retención de agua.

1.6.1.1 Propiedades Físicas

La materia orgánica proporciona grandes beneficios a los suelos. Contribuye a que las partículas minerales individuales del suelo formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo y facilitando su laboreo.

Favorece una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua. Disminuye la densidad aparente del suelo, por tener una menor densidad de

la fracción mineral. A este respecto, Cambridge (1986) señala que las propiedades físicas de los abonos orgánicos, por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, por lo que el suelo adquiere más temperatura permitiéndole absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Igualmente permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste (Moguel, 2018).

Las propiedades físicas están fuertemente ligadas al tipo de material y lo constituyen la porosidad, la densidad aparente y la relación sólido-agua-aire; éstas a su vez influyen directamente sobre la capacidad de retención de cada sustrato (Castilla, 2005).

1.6.1.2 Propiedades Químicas

Cambridge (1996) indica que las propiedades químicas aumentan la absorción del suelo y reducen las oscilaciones de p H de este, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (citado por Moguel, 2018).

Son aquellas características del sustrato susceptibles de modificar la composición química de la fase líquida que retienen y particularmente el contenido de los elementos minerales necesarios en la nutrición. Cuanta menor sea la reacción química entre la fase sólida y la fase líquida, mayor es el control sobre la nutrición (Castilla, 2005).

“En general un buen sustrato debe tener una buena estabilidad química, que evite cualquier liberación de elementos que puedan generar problemas de salinidad o fitotoxicidad, o inducir en la solución, precipitados indeseables. En el cultivo en sustratos la disponibilidad de elementos minerales es esencial, por lo que el material que se va a utilizar como medio no debe interferir con la disponibilidad de estos.

1.6.1.3 Propiedades Biológicas

Las propiedades biológicas, juegan un papel importante en el suelo, pueden proporcionar actividad enzimática y por tanto facilitar la hidrólisis de moléculas de cadena larga, haciendo disponibles algunos nutrientes para las plantas. A este respecto, Cambridge (1996) indica que las propiedades biológicas favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Así mismo producen sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (citado por Moguel, 2018).

El incremento de materia orgánica aumenta significativamente una población muy activa de microorganismos de muchas especies diferentes, que pueden ayudar a controlar los organismos causantes de enfermedades que atacarían a las plantas (Alexander, 2005).

1.7 Compostaje

Es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación. A este respecto, López (2002) señala que el compostaje es un proceso dinámico y biooxidativo, que resulta de la actividad combinada de una amplia sucesión de poblaciones mixtas de bacterias y hongos asociados a una serie de estados ambientales que se sobreponen unos a otros, emergiendo gradualmente cada población como resultado de los posibles cambios climáticos y del sustrato.

Dichos microorganismos requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos para realizar una descomposición biológica aeróbica bajo condiciones controladas. De forma general el proceso implica el paso por una etapa termofílica y una producción natural de fitotoxinas, dando al final como productos de los procesos de degradación, dióxido de carbono, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en agricultura sin que provoque fenómenos adversos (Gómez, 2000).

1.7.1 Efectos de la aplicación del compostaje

La materia orgánica desempeña un papel importante en la fertilidad del suelo aumentando la capacidad de absorción y retención de los elementos nutritivos. También puede activar la movilidad de ciertos elementos manteniéndolos en el suelo en forma asimilable para las plantas y hacer que sean más eficaces los abonos minerales. En definitiva, crea un ambiente más favorable para las raíces y prueba de esto es que las raíces exploran preferentemente las partes del suelo más ricas en materia orgánica (López, 2002).

1.8 Humus orgánico

El humus es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores (como hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. A este respecto, Narro (1994) señala que el humus es la parte de la materia orgánica más resistente a la descomposición rápida por microorganismos del suelo, compuesta principalmente por lignina, aminoácidos, carbohidratos, celulosa, hemicelulosa, grasas, ceras, resinas y otros compuestos.

Se denomina humus, a la materia orgánica amorfa existente en el suelo (procedente de diversos organismos) de color generalmente oscuro. Entran a formar parte de los humus compuestos difícilmente atacables por los microorganismos, sobre todo la lignina, pero también grasas, ceras, hidratos de carbono y compuestos proteicos que, convertidos en polímeros, resultan difíciles de definir químicamente (Cepeda, 1991).



Imagen 1. Obtención del humus orgánico

1.9 Ácido Húmico:

Los ácidos húmicos son unos de los principales componentes de las sustancias húmicas, las cuales son los constituyentes principales del humus, materia orgánica del suelo. Contribuyen a la calidad físico-químicas del mismo y también son precursores de combustibles fósiles.

Los Ácidos húmicos comprenden una mezcla ácidos orgánicos de débiles alifáticos (cadenas de carbono) y aromáticos (Anillos de carbón) que no son solubles en agua bajo condiciones acidas, pero si son solubles en agua bajo condiciones alcalinas. Los ácidos húmicos consisten de esa fracción de sustancias húmicas que precipitan de soluciones acuosas cuando el pH disminuye bajo 2.

El termino de sustancias húmicas se refiere a una mezcla operacionalmente definida y heterogénea de materiales orgánicos. No se pueden clasificar en cualquiera de las categorías descritas tales como proteínas, polisacáridos o polinucleótidos. Las sustancias húmicas se encuentran en todos los suelos, sedimentos y aguas (MacCarthy, 1990).



Imagen 2. Ácido húmico

1.9.1 Efectos del Ácido Húmico en el Suelo

La aplicación de ácidos húmicos al suelo favorece, entre otros aspectos, la formación de agregados y de la estructura; disminuye la densidad aparente, la capacidad de almacenamiento de humedad aprovechable y a la facilidad de conducción aumentan y se incrementa la capacidad de intercambio catiónico, disminuye el pH en los suelos alcalinos y se eleva la fertilidad natural al facilitar la absorción de los nutrimentos presentes y disminuir pérdidas por lixiviación o liberados en forma asimilable (García, 1992).

1.9.2 Efecto del Ácido Húmico en las Plantas

Los ácidos húmicos producen un incremento en el contenido de clorofila, lo cual acelera la fotosíntesis total y se genera mayor producción de materia seca (GBM, 1992).

Los ácidos húmicos influyen en la estructura anatómica de la planta y en particular, aceleran la diferenciación del punto de crecimiento (Kononova, 1982).

El mismo autor señala que, los ácidos húmicos aumentan la permeabilidad de las membranas vegetales e incrementan la absorción de los nutrimentos vía foliar y radical.

1.10 Nutrientes Requeridos Para Las Plantas

1.10.1 Nutrientes primarios

Nitrógeno:

El nitrógeno está presente en compuestos como aminoácidos, ácidos nucleicos, proteínas y alcaloides. El nitrógeno puede ser tomado en forma de nitratos, nitritos,

sales de amonio y compuesto orgánicos como urea, pero que es más absorbido en la forma de nitratos de amonio (Kramer, 1979, citado por Andrade, 1995).

Es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 2002).

Fosforo:

El fósforo de la solución es absorbido por las plantas en su mayor parte en forma de iones de H_2PO_4 . En suelos muy ácidos, la sostenibilidad del fósforo es baja debido a la formación de fosfatos de hierro y aluminio, de los cuales el fósforo es obtenido con mucha lentitud. Por otro lado, en suelos calcáreos, se forman con rapidez fosfato tricálcico $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, con lo cual se reduce la obtención de fósforo del suelo (citado por, Cruz, 2001, 19).

Suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 2002).

Potasio:

Bidwell (1987) menciona que el potasio es requerido en grandes cantidades por las plantas y que es el catión que prevalece en las mismas y puede estar implicado en el mantenimiento del balance iónico de las células. Además, el potasio es retenido firmemente en el complejo mineral del suelo, y una deficiencia de este puede ser frecuente en suelos ligeros o arenosos debido a la solubilidad y a que fácilmente puede lavarse en ellos, pero por lo regular este elemento se encuentra en cantidades suficientes en suelos arcillosos (citado por, Cruz, 2001).

El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

1.10.2 Nutrientes secundarios

Calcio:

Rodríguez (1996) menciona que el calcio es absorbido por las plantas en su forma catiónica Ca^{++} , y es constituyente de las sales en la solución del suelo. En el interior de la planta es un elemento poco móvil (citado por Cruz, 2001).

Es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo (FAO, 2002).

Magnesio:

Rodríguez (1996) menciona que el magnesio es absorbido en forma catiónica Mg^{++} . En el interior de las células participa en distintas funciones y constituciones moleculares, forma parte de la molécula de clorofila, es constituyente de los pectatos (de Ca y Mg) de las laminillas medias de las células, es abundante el Magnesio en las semillas, tejidos meristemáticos y frutos; entra a la constitución molecular de 15 enzimas del grupo de polipéptidos, las transfosforilasas y descarboxilasas, así como también interviene en la síntesis de aceites vegetales (citado por Cruz, 2001, 23).

Es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (FAO, 2002).

Azufre:

El azufre es absorbido en su forma amonio sulfato $SO_4 =$, y en el interior de las células, pasa a la forma de sulfidrilo y disulfúrica, SH^- y $S= (- S- S-)$, proviene generalmente de la liberación y transformación de las sustancias orgánicas del suelo. Las lluvias de las regiones muy industrializadas pueden contener un porcentaje de este azufre que se deposita en los suelos, llegando en algunos casos a 20 o 60 kg /ha/ año (Rodríguez, 1996, citado por, Cruz, 2001).

Es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas supone del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (FAO, 2002).

1.10.3 Micronutrientes

Boro:

Este elemento interviene en la síntesis del uracilo como base del RNA, en la división, diferenciación, maduración y crecimiento celular. Es relativamente inmóvil en la planta y es transportado primariamente en la xilema (Thedal, 2000, citado por Cruz, 2001).

Cloro:

El cloro es absorbido en forma aniónica, cloruro Cl⁻. Interviene esencialmente en el proceso de la fotólisis del agua, que se produce en la fotosíntesis; de la falta de este pueden derivar todos los trastornos consiguientes (Rodríguez, 1996, citado por Cruz, 2001).

Cobre:

El cobre interviene en el proceso metabólico de sustancias vitales, forma parte de la proteína plastocianina, la cual transporta electrones ligados al fotosistema I y II (Thedal, 2000, citado por Cruz, 2001).

Rodríguez (1996) menciona que cuando existen deficiencias de cobre presenta frutos de forma irregular, manchas pardas o rojizas en la superficie de los frutos, existe una reducción del crecimiento de los brotes jóvenes, persiste un aspecto clorótico y marchito en las plantas (citado por Cruz, 2001).

Manganeso:

Tiene una importancia en la planta ya que actúa en la oxidación - reducción en transferencia electrónica del sistema fotosintético esencial para el fotosistema II (fotosíntesis), así como puente entre ATP - fosfoquinasa - fosfotransferasa, activando las IAA oxidasas (Cruz, 2001).

Molibdeno:

Thedal (2000) menciona que funciona como componente de los sistemas nitrogenasa y nitrato reductasa, actúa directamente sobre el nitrógeno. Sus deficiencias están relacionadas con las deficiencias de nitrógeno, las hojas más viejas e intermedias se vuelven cloróticas arrugando sus márgenes (Citado por, Cruz, 2001).

Zinc:

Rodríguez (1996) señala que el zinc interviene en importantes procesos metabólicos como en la formación de sustancias de crecimiento y es un activador de numerosos organismos. Se forman entrenudos cortos, plantas arrestadas, un crecimiento general de la planta reducido, las hojas terminales son pequeñas, se presentan manchas amarillas y necróticas en las hojas, en casos extremos no se forman hojas (citado por, Cruz, 2001, 30).

OBJETIVOS

1. General

- Evaluar el crecimiento de dos hortalizas, lechuga (*Lactuca sativa*) y pepino (*Cucumis sativus*) en la combinación de dos fertilizantes orgánicos, ácido húmico y humus orgánico.

2. Específicos

- Aplicar seis tratamientos de sustratos diferentes, para el crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- Evaluar cada 15 días, los cambios fisiológicos, tales como (grosor de tallo, número de hojas y altura de la planta).
- Determinar el crecimiento de las hortalizas de acuerdo al tipo de abono aplicado, comparándolo mediante gráficas, tipo Scatter Plot.

METODOLOGÍA

1.1 Método

La investigación se fundamentó en el método cuantitativo experimental ya que corresponden a estudios para cuyo desarrollo se busca o requiere examinar el comportamiento de los fenómenos o hechos, a partir de la operación de cambios intencionados en las variables que los componen (Montaldo, 1984).

1.2 Localización del sitio experimental

El experimento se realizó en el restaurante maya (imagen 3), que se ubica en el municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, localizado a 88.3 km de Tuxtla Gutiérrez. Coordenadas, Latitud:16.34226, longitud: -92.57705 16° 20' 3" Norte, 92° 33' 44" Oeste.

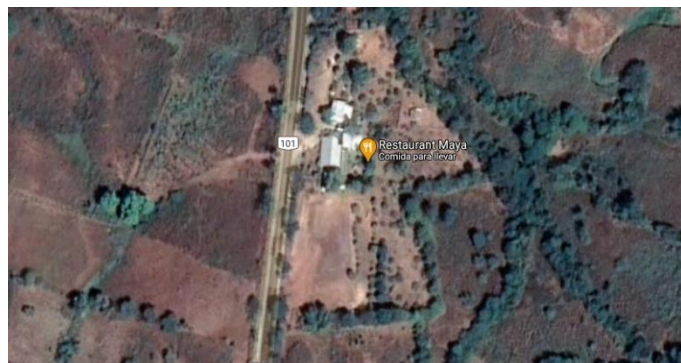


Imagen 3. Ubicación del restaurante

1.3 Descripción del lugar

El lugar de estudio se estableció en una zona de aproximadamente 4 metros cuadrados.



Imagen 4. Lugar de estudio

1.4 Condiciones ambientales

1.4.1 Clima:

El área donde se realizó el presente trabajo, se localiza en una región cuyo clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura de 24°C a 26°C en promedio.

1.4.2 Suelo:

La zona donde se llevó a cabo el trabajo de experimentación, se clasifica como suelos Feozem, que, conforme a la clasificación mundial de la FAO, son suelos ricos en materia orgánica en su horizonte superficial, por lo que son oscuros. En general son suelos fértiles.

1.4.3 Agua:

El agua que se utilizó para el riego de las hortalizas proviene de una noria que se encuentra en el restaurante maya, esta se extrae por medio de bomba eléctrica y se almacena en tambos de 100 litros.

1.5 Materiales

- Acido húmico, Semillas (Lechuga (*Lactuca sativa*) y Pepino (*Cucumis sativus*), Humus orgánico (Pila de composta), tierra negra, Agua, pico, Pala, Carretilla, Rastrillo, Madera, Martillo, Clavos, Jeringa de 20 ml, Báscula digital, Metro, malla pepinera, vernier calibre pie de rey universal (PRETUL).

1.6 Variables Evaluadas

Se utilizo un diseño experimental de bloques completamente al azar, evaluando una combinación de ácido húmico y humus orgánicos en 6 tratamientos diferentes, (L-L) (S-S) (Cuadro 1).

- T: Acido húmico y Humus orgánico (Tratamientos)

Lechuga	Pepino
T1	T1
T2	T2
T3	T3
T4	T4
T5	T5
T6	T6

Cuadro 1. Personal

Los datos fueron tomados cada quince días, durante 2 meses (diciembre 2020, enero 2021) esto para observar los cambios fisiológicos.

Las variables que se evaluaron fueron:

- Altura de la planta (se medirá desde la superficie de la planta hasta la punta de la planta).
- Numero de hojas.
- Grosor de tallo.

1.6.1 Materiales a evaluar

Para llevar a cabo los siguientes tratamientos de fertilizantes orgánicos se utilizó una báscula digital y una jeringa de 20 ml (Cuadro, 2). Los tratamientos fueron:

Fertilizantes orgánicos	
Abono liquido	Abono solido
T1 100 ml de ácido húmico	T1 100 gr de humus orgánico
T2 80 ml de ácido húmico y 20 ml de agua	T2 80 gr de humus orgánico y 20 gr de tierra
T3 60 ml de ácido húmico y 40 ml de agua	T3 60 gr de humus orgánico y 40 gr de tierra
T4 40 ml de ácido húmico y 60 ml de agua	T4 40 gr de humus orgánico y 60 gr de tierra
T5 20 ml de ácido húmico y 80 ml de agua	T5 20 gr de humus orgánico y 80 gr de tierra
T6 100 ml de agua	T6 100 gr de tierra

Cuadro 2. Personal

1.7 Riego

Las hortalizas se regaron durante 4 días en la semana (lunes, miércoles, jueves, sábado) para mantener los suelos húmedos para el mejor desarrollo de la planta.

1.8 Procedimiento de la lechuga

Paso 1. Se limpio el terreno de estudio, quitando los montes que hubiera en dicho lugar (Imagen, 5).



Imagen 5. Limpieza de terreno

Paso 2. Se armó una cama, como se muestra en la (Imagen, 6), con una medida de 2 metros de largo por un 1.5 metro de ancho, como se muestra en la (Imagen, 7).



Imagen 6. Armas camas



Imagen 7. Cama armada

Paso 3. Se lleno la cama de tierra (Imagen, 8).



Imagen 8. Llenado de tierra

Paso 4. Se dividió la cama en 6 partes iguales de 25 cm.

Paso 5. Se sembraron 5 semillas de lechuga por fila con una profundidad de 2 mm (Imagen, 9) y con una distancia de 20 cm entre cada una de ellas, en total fueron 6 filas con 30 semillas sembradas (Imagen, 10).



Imagen 9. Semilla lechuga



Imagen 10. Siembra

Paso 6. Se aplicó por cada fila, un tratamiento diferente de fertilizantes orgánicos (Imagen, 11).

LECHUGA
Aplicación de abonos
Fila 1 (T1 S) (T1 L)
Fila 2 (T2 S) (T2 L)
Fila 3 (T3 S) (T3 L)
Fila 4 (T4 S) (T4 L)
Fila 5 (T5 S) (T5 L)
Fila 6 (T6 S) (T6 L)

Imagen 11. Aplicación de abonos

1.9 Procedimiento del pepino

Paso 1. Se limpio el terreno de estudio, quitando los montes que hubiera en dicho lugar (Imagen,12).



Imagen 12. Limpieza de terreno

Paso 2. Se armó 3 camas con una medida de 2 metros de largo por un 1 metro de ancho (Imagen, 13).



Imagen 13. Armar camas

Paso 3. Se lleno la cama de tierra (Imagen, 14).



Imagen 14. Llenado de tierra

Paso 4. Se dividió cada cama en 2 partes iguales de 50 cm.

Paso 5. Se sembraron 5 hortalizas de pepino por fila (Imagen, 15), con una distancia de 20 cm entre cada una de ellas (Imagen, 16) y en cada fila de hortalizas se puso una malla pepinera para que ayudara al cultivo a un crecimiento vertical (Imagen, 17).



Imagen 15. Semillas pepino



Imagen 16. Siembra



Imagen 17. Malla pepinera

Paso 6. Se aplicó por cada fila de hortalizas, un tratamiento diferente de fertilizantes orgánicos (L-L) (S-S) (Imagen, 18).

PEPINO
Aplicación de abonos
Fila 1 (T1 S) (T1 L)
Fila 2 (T2 S) (T2 L)
Fila 3 (T3 S) (T3 L)
Fila 4 (T4 S) (T4 L)
Fila 5 (T5 S) (T5 L)
Fila 6 (T6 S) (T6 L)

Imagen 18. Aplicación de abonos

1.10 Aplicación de los sustratos orgánicos

- (L-L)

Se aplicó cada concentración de ácido húmico, 2 veces en la semana (martes – jueves).

- (S-S)

Se aplicó el día que se hizo la siembra, se hizo un hueco de aproximadamente 7 cm de profundidad. Posterior a eso se agregó la concentración de humus orgánico.

1.11 Análisis de resultados

El resultado que se obtuvo a lo largo del estudio, se comparó a través de graficas que se elaboraron con la herramienta de SigmaPlot 12.0., para poder observar mejor los resultados de los tratamientos que se aplicaron.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

1. Crecimiento de las hortalizas pepino y lechuga

1.1 Altura de la planta

La altura de una plántula está determinada por la longitud del tallo, el cual depende del número y longitud de los entrenudos (Leskovar, 2001). Los resultados de la altura de la planta se representan en las siguientes figuras 1 y 2 (pepino, lechuga).

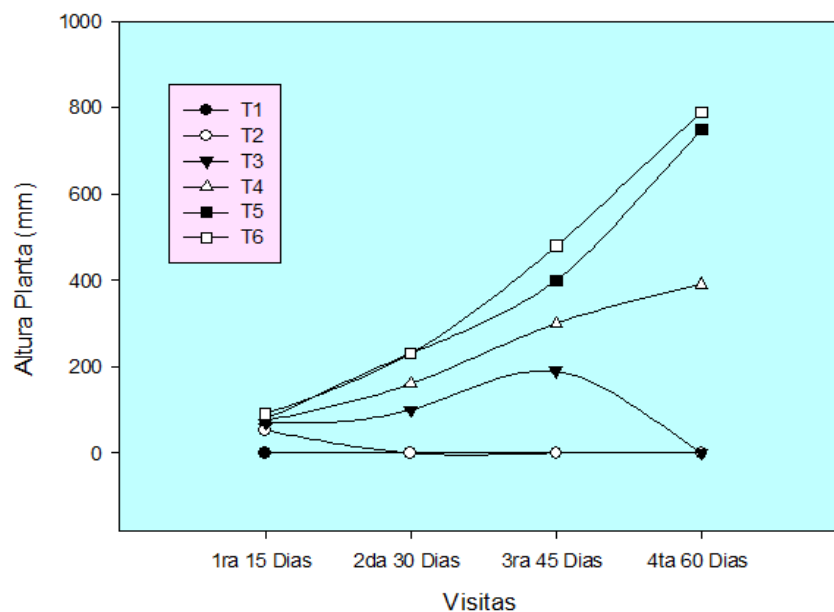


Figura 1. Altura de la planta de pepino

En la figura 1 y 2, se comparan los seis tratamientos que se aplicó en las hortalizas de pepino y lechuga, combinando los dos abonos orgánicos (humus orgánico y ácido húmico) en cuanto a la variable de crecimiento en la planta de pepino, se puede apreciar que el tratamiento 5 y 6, lleva una ventaja bastante considerable a diferencia de los otros cuatro tratamientos, ya que observa en la figura 1, que el tratamiento 6, llegó a medir hasta 79 cm de altura, mientras que el tratamiento 5 llegó a alcanzar 75 cm de altura.

Respecto a esto, los autores como (Suniaga, 2008) menciona que se encontraron alturas de las plantas desde 106 a 160 cm de altura de variedad poinsett a los 57 días después de la siembra.

Además, en el tratamiento 3 para la planta del pepino solo se registraron datos en las primeras tres visitas, alcanzando una altura de 19 cm, ya para la visita cuatro, las plantas se secaron y murieron. Además, para el tratamiento 1 y 2, no hubo un desarrollo, se cree que, por el exceso de fertilizantes orgánicos, hizo que el suelo se hiciera muy duro, provocando que no creciera la planta.

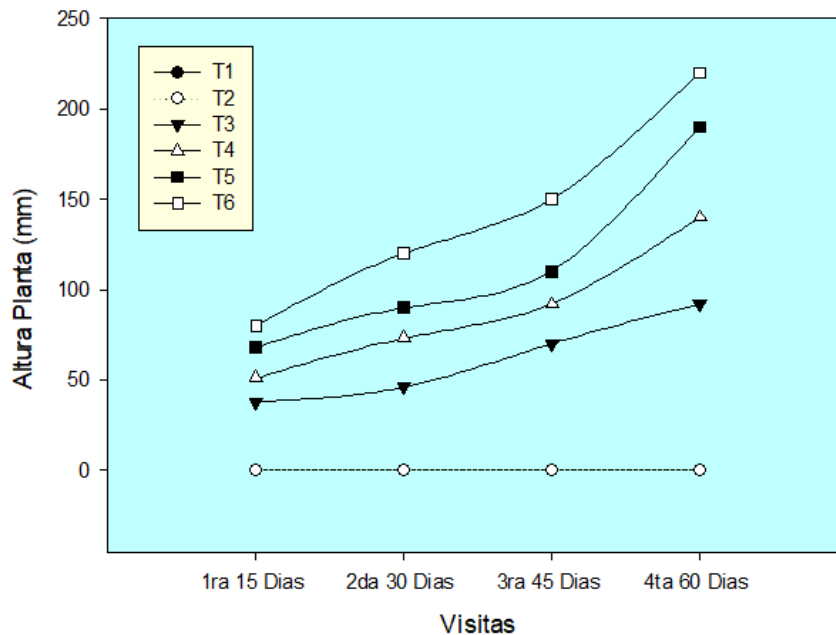


Figura 2. Altura de la planta de lechuga

En el caso de la lechuga, (figura 2), se observa que el tratamiento 5 y 6, llevan una gran ventaja a diferencia de los otros tratamientos, en el caso del tratamiento 6, llevo alcanzar una altura de 22 cm, mientras que el tratamiento 5 llevo alcanzar 19 cm, el tratamiento 3 con 14 cm y el 4 con una altura de 9 cm, para el tratamiento 1 y 2, no hubo un desarrollo de la planta.

Respecto a esto, los autores como (Martínez, 2010) menciona que la lechuga llega a alcanzar los 25 cm de altura a los 60 días, después de la siembra.

1.2 Grosor del tallo

El endurecimiento o grosor del tallo reduce la succulencia de la planta; además cierra las estomas, baja la tasa de respiración de la planta y cambia el balance hormonal (incrementa el ácido abscísico (ABA)) lo que en conjunto contribuye a disminuir la tasa de crecimiento (Leskovar, 2001).

Al analizar la variable de grosor de tallo se logró establecer que existen diferencias significativas entre los tratamientos que se aplicaron debido a la cantidad de abonos orgánicos.

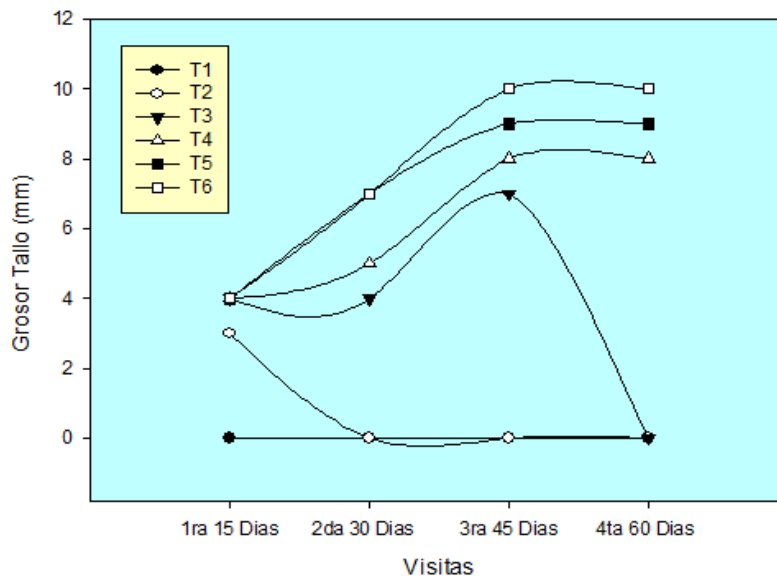


Figura 3. Grosor de tallo del pepino

En el cultivo de pepino (Figura 3) se reportaron valores de 9, 8 mm con los tratamientos 4, 5. Los máximos valores de grosor de tallo (1 cm) se alcanzaron con el tratamiento 6.

El tratamiento 3, se vieron resultados en las primeras tres visitas, para la cuarta visita las plantas se murieron, este tratamiento fue el que presentó el menor engrosamiento del tallo alcanzando valores de 7 mm, esto debido quizás a la poca exploración que las raíces hacen en el medio producto de las limitaciones de orden físico que presenta este tratamiento. En el caso del tratamiento 1 y 2, no crecieron las plantas.

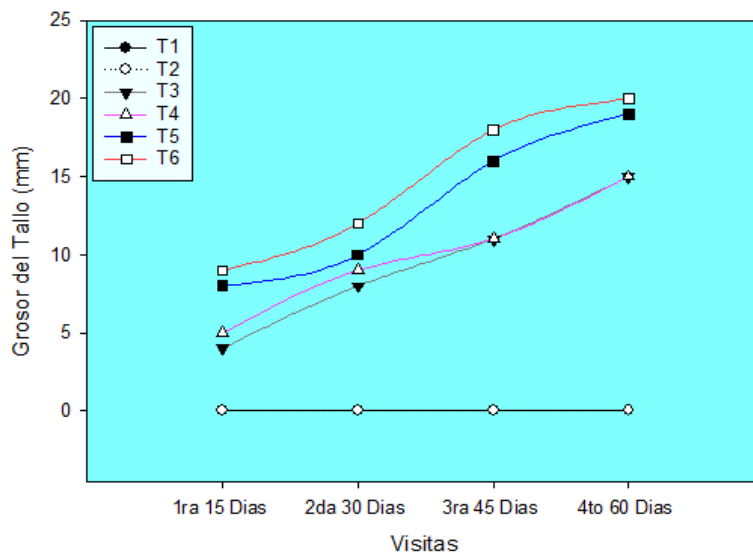


Figura 4. Grosor de tallo de lechuga

En el cultivo de lechuga (Figura 4) se alcanzaron valores de grosor de tallo de 20, 19 mm en los tratamientos 6 y 5, excepto en el tratamiento 3 y 4 que llegaron a medir el mismo tamaño, cuyo valor osciló entre 15 mm, en el caso de los tratamientos 1 y 2, no llegaron a desarrollar la planta, mientras tanto la planta no se pudo evaluar el grosor del tallo, mientras tanto quedó en 0.

1.3 Número de hojas

El número de hojas es un parámetro que debe tomarse en cuenta cuando se evalúa la calidad de las plántulas. De acuerdo con (Bidwell, 2004), las plántulas producen el mayor número de hojas en las primeras etapas de adaptación al ambiente después de la germinación, para producir su propio alimento por medio de la fotosíntesis. Por otra parte, Fernández (2003), menciona que el alto contenido de materia orgánica, la alta capacidad de intercambio catiónico, el contenido de nitrógeno (5%) y Carbono (60%) presente en el ácido húmico, favorece el crecimiento de hojas.

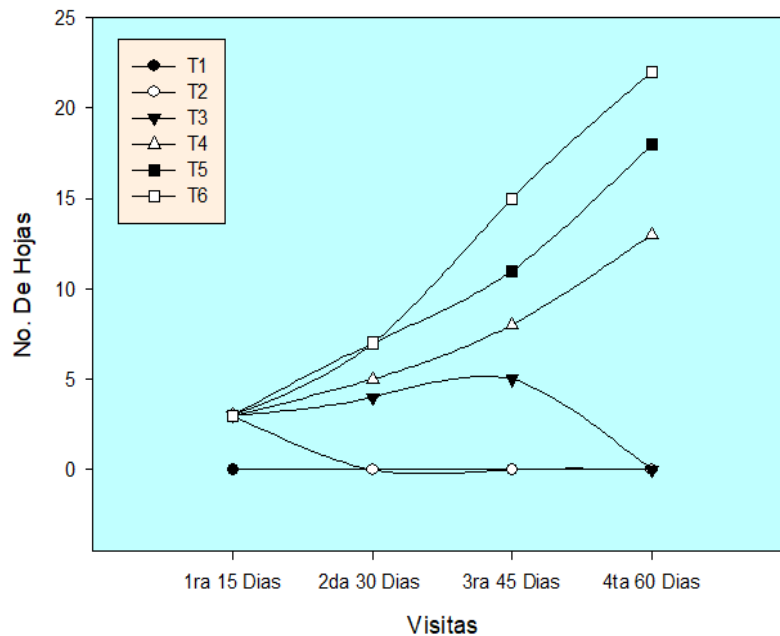


Figura 5. Número de hojas de pepino

En el cultivo de pepino (Figura 5) el menor número de hojas se presentó en el tratamiento 3, en la tercera visita, se observaron resultados con un total de 5 hojas, para la cuarta visita, las hojas se secaron y murieron, mientras que los mejores

resultados se obtuvieron del tratamiento 6, con un total de 22 hojas y el que le sigue fue el tratamiento 5, con un total de 18 hojas. En el tratamiento 1 y 2, se quedó en 0 ya que no hubo un desarrollo de las plantas.

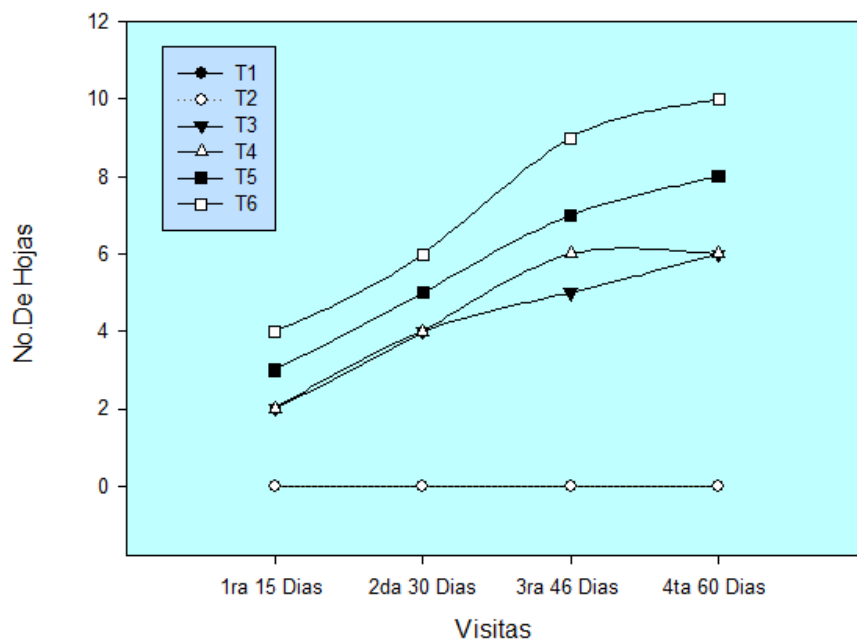


Figura 6. Numero de hojas de lechuga

En el cultivo de lechuga (Figura 6) el tratamiento 1 y 2, no hubo resultados, debido a que las plantas no se desarrollaron, se cree que es por la cantidad de fertilizantes que se aplicó. Mientras que los mejores resultados se obtuvieron del tratamiento 6, y 5 con un total de 10 y 8 hojas. En el tratamiento 3 y 4, fueron el mismo resultado, alcanzando un total de 6 hojas.

CONCLUSIONES

Este proyecto está basado en la utilización de los abonos orgánicos, con el fin de realizar una agricultura sustentable. Este método de producción de hortalizas, no sólo representa beneficios al medio ambiente, sino que aumentan el valor agregado de estos, lo que se traduce a una mayor utilidad para quien los produce, además de que brindan una opción más saludable para la alimentación del ser humano, esto se manifiesta porque cada vez es mayor el número de consumidores que tienen en sus preferencias la adquisición de productos orgánicos. Se busca que este método sea utilizado como una alternativa para ser incorporada para las personas que realizan sus huertos urbanos.

En base a las condiciones en que se realizó la investigación se concluye que:

1. En el tratamiento 1 y 2, debido a la cantidad de ácido húmico y humus orgánico, no permitió el crecimiento y desarrollo de las plántulas, lo cual resultó en valores significativamente inferiores a diferencia de los otros tratamientos.
2. En el tratamiento 3 y 4, se obtuvieron resultados muy bajos, alcanzando resultados solo en la primera visita.
3. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con el tratamiento 5 y 6. Ambas hortalizas se obtuvieron resultados iguales con respecto a los tratamientos aplicados.
4. El suelo luego del período vegetativo del cultivo seguirá conservando sus características físicas, químicas y biológicas después de esta investigación, debido al uso de los abonos orgánicos que son fuente de materia orgánica.

RECOMENDACIONES

- Es necesario que antes de implementar un sustrato para uso agrícola se realicen un estudio de suelo, con el fin de obtener el que mejor se adecue a las necesidades del productor.
- Al utilizar abono orgánico se debe conocer el proceso de producción al que ha sido sometido o bien realizar un análisis de laboratorio con el fin de determinar sus características físicas, químicas y biológicas.
- Cuando se desea realizar una investigación en el cual se impliquen variables asociadas al crecimiento como altura, grosor de tallo, etc.; se debe procurar realizar las mediciones durante las primeras horas de la mañana y en periodos de tiempo similares para asegurar así la homogeneidad de los datos y aprovechar la turgencia adecuada de la plántula.
- Es importante incorporar un sistema de riego, para mantener siempre húmedo el suelo, ya que las hortalizas de pepino y lechuga requieren de un suelo húmedo.

REFERENCIAS

- Cerdas, A.S. (2007). Evaluación del crecimiento y Desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) mill y chile dulce (*Capsicum annuum*) linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres métodos de fertilización. Tesis profesional, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, En el cantón de San Carlos, COSTA RICA.
- El financiero. (2013). Productores del campo enfrentan problemas en sus actividades. Recuperado de: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/productores-del-campo-enfrentan-problemas-en-sus-actividades>
- Gonzales, P.I. (2005). Los dilemas de la producción agrícola en el mundo. Tesis profesional, Licenciatura en relaciones internacionales e historia, Cholula, Puebla.
- Sánchez, F.D. (2013). Situación actual de la problemática sanitaria en la producción de hortalizas con énfasis en el cambio climático. Tesis profesional, facultad de agronomía escuela profesional de ingeniería en gestión ambiental, Iquitos, Perú.
- Ayala, A. y Carrera, B. (2012). GGG, Hortalizas en México: competitividad frente a EE.UU. y oportunidades de desarrollo, 6, 3.
- Vásquez, J.G. (2015). Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tres ciclos de siembra consecutivos. Tesis profesional, Instituto tecnológico de costa rica, San Carlos, Costa rica.
- El economista. (2015). Las frutas y hortalizas en México. Recuperado en: <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Las-frutas-y-hortalizas-en-Mexico-I-20151028-0005.html>
- Cruz, B.A. (2015). Efectos de la aplicación de biofertilizantes y fosfitos de potasio durante cultivo y un recubrimiento de poli (acetato de vinilo - co - alcohol vinílico) sobre la calidad y vida poscosecha de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de maestría, Centro de investigación en química aplicada, Coahuila, Saltillo.

- Gómez, E.D. (1999). Evaluación de Tres Híbridos de Pepino (*Cucumis sativus* L) Bajo Acolchado de Suelos y Fertirrigación. Tesis profesional, Universidad autónoma agraria “Antonio narro” división de agronomía, Buenavista, Saltillo.
- Hidroponía. (2017). Situación actual del pepino en México. Recuperado en: <https://hidroponia.mx/situacion-actual-del-cultivo-de-pepino-en-mexico/>
- González, L.A. y Zepeda, A. (20013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* l.) tipo Gourmet ciclo primavera-verano. Tesis profesional, Universidad autónoma de san Luis potosí, facultad de agronomía y veterinaria, ejido palma de la cruz, municipio de soledad de graciano Sánchez, S.L.P.
- García, L. (2014). Propuesta de Implementación y Desarrollo del Huerto en la Telesecundaria de El Chico, Ver., como Estrategia de Vinculación Escuela – Familia. Tesis profesional, Universidad veracruzana, instituto de investigaciones y estudios superiores de las ciencias administrativas, Xalapa, Veracruz.
- Muñoz, N.M. (2015). “Respuesta de cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) a la nutrición química y orgánica, bajo riego por goteo”. Tesis profesional, Universidad de guayaquil, facultad de ciencias agrarias, Rocafuerte, Manabí, Ecuador.
- Novoa, C. (2017). Evaluación del método de ultrasonido sobre la influencia en el recuento de *Escherichia coli* y características sensoriales objetivas en lechuga crespa (*Lactuca sativa* L.) mínimamente procesada. Tesis profesional, Universidad de la Salle, Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos, Bogotá.
- Fuentes, E.S. (2015). Descripción de la dinámica de absorción nutrimental en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional, Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de agronomía, instituto de investigaciones agronómicas y ambientales, Guatemala.
- Quintero, J. (1977). La lechuga, Madrid: Editorial Ministerio de la agricultura.
- Silva, V.M. (2017). El cultivo de las hortalizas. Bolivia: Editorial Proyecto JATUN SACH A.

- Ladrón, V.R. (2004). Hortalizas, las llaves de la energía, Revista digital universitaria, 5,7.
- Moguel, S.Y. (2018). “EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTAS FORESTALES PIMIENTA (Pimenta dioica) Y MOJU (Brosimum alicastrum) UTILIZANDO ÁCIDO HÚMICO PROVENIENTE DE LA VERMICOMPOSTA”. Tesis profesional, Escuela de ingeniería ambiental, UNICACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Barrios, N.E. (2004). “EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LA LECHUGA, Lactuca sativa L. BAJO CONDICIONES HIDROPÓNICAS”. Tesis profesional, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE AGRONOMÍA INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- Mejía, R. (2010). “comparación del método de siembra del pepino, con dos tipos de acolchado plástico y riego por goteo”. Tesis profesional, Universidad autónoma agraria “Antonio Narro”, Coahuila, Saltillo.

ANEXOS



Figura 1. Cultivo de pepino



Figura 2. Malla Pepinera

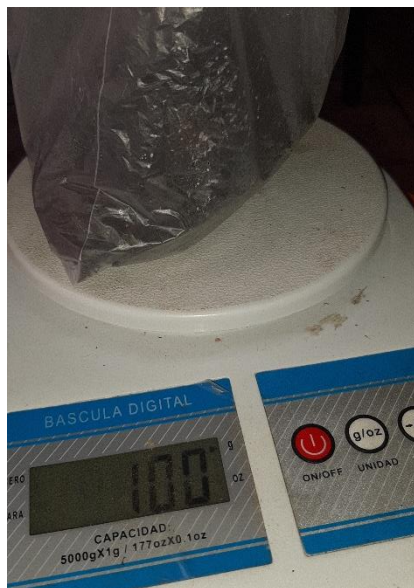


Figura 3. Pesando el abono S

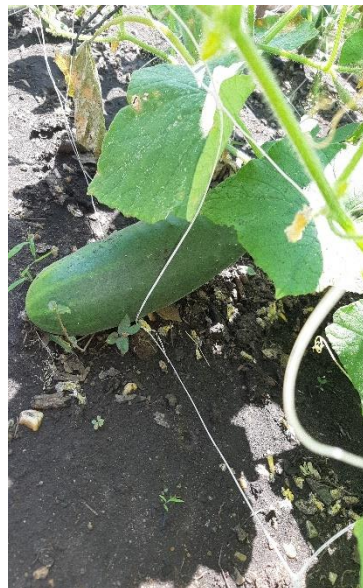


Figura 4. Cosecha de Pepino



Figura 5. Armando las camas



Figura 6. Riego antes de la siembra



Figura 7. Cosecha de Lechuga



Figura 8. Cultivo de Lechuga



Figura 9. Material de Estudio