



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

**“INSUMOS ORGÁNICOS Y SUSTRATOS EN EL COMPORTAMIENTO
VEGETATIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana*)”**

TESIS

QUE PRESENTA:

Martha Paloma Pérez Ziranda

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniería en Agronomía

ASESOR:

Adriana Fernández Pérez

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO, 2022





ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 09 de junio del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. MARÍA ELENA GALLEGOS GARCÍA
JEFA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

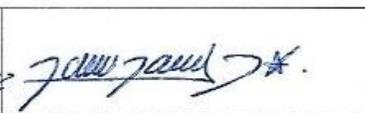
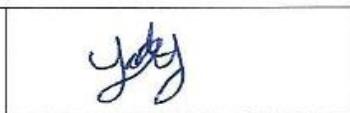
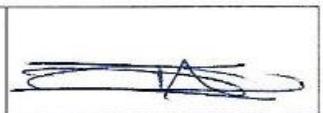
Nombre del estudiante y/o egresado:	Martha Paloma Pérez Ziranda
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	17850335
Nombre del proyecto:	"INSUMOS ORGÁNICOS Y SUSTRATOS EN EL COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DE STEVIA (<i>Stevia rebaudiana</i>)"
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE


ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



			
ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ PRESIDENTE	ANTONIO TAPIA MEDINA SECRETARIO	JADE YURITZI HERNÁNDEZ CASTRO VOCAL	ISAAC ANTONIO OSORIO ARCIGA VOCAL SUPLENTE

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi mamá Esther Pérez Ziranda y a mi papá por siempre apoyarme en todo mi estudio, motivarme para salir adelante y luchar por mis sueños. También agradezco a mis hermanos José, Salvador y Adela por darme su apoyo y cariño y a mis tías Delia y Soco por todo el amor y apoyo que me han dado siempre.

Agradezco en general a toda mi familia, tíos, primos, sobrinos por siempre darme palabras de motivación y apoyarme durante todos estos años de estudio.

Agradezco a Don Rafa y doña Ale por tantos años de cariño y consejos que me han servido durante todo este proceso.

Agradezco a mis amigos ya que me llevo experiencias muy gratas durante todo el tiempo en el que estuvimos estudiando, en especial a mi amiga y compañera de proyecto Valeria Martínez ya que sin su apoyo y cooperación esto no podría haber sido posible, no solo en la elaboración del proyecto sino durante toda nuestra formación.

Agradezco a mis asesores por ayudarme y guiarme en la elaboración de este trabajo, al Ing. Tapia Medina Antonio por aportarme sus conocimientos y experiencias, por la paciencia al momento de explicar y por ayudarnos en todo el proceso que llevamos a cabo desde el inicio. También a la MC. Adriana Fernández Pérez por su apoyo y asesoría en la elaboración de este proyecto.

Agradezco al Instituto Tecnológico del Valle de Morelia por permitirme realizar el presente proyecto en sus instalaciones. Agradezco a mis profesores que han estado a lo largo de mi formación académica.

Agradezco a dos personas muy especiales que ya no están conmigo físicamente, mi abuelita Soco y mi primo Jorge que me ayudaron y motivaron a culminar mis estudios y me brindaron su amor y apoyo siempre.

Por ultimo agradezco a dios por permitirme culminar una de las etapas más importantes y bonitas de mi vida.

RESUMEN

La implementación de insumos orgánicos en hortalizas nos ha traído un sinfín de beneficios tanto para los productos como para el medio ambiente, desde el rendimiento en las cosechas hasta en la recuperación de la fertilidad del suelo, por esta razón es muy importante seguir usando tanto los sustratos orgánicos como los biopreparados orgánicos como complementos a la nutrición de nuestros cultivos.

Mencionado lo anterior podemos decir que la agricultura orgánica no solo aporta beneficios a una gran diversidad de cultivos, sino que también hace uso de los recursos existentes en el medio para poder desarrollarse.

En el presente proyecto se evaluaron dos sustratos orgánicos y la aplicación de biopreparados sobre el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana*) bajo condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico del Valle de Morelia para poder observar las respuestas que este tuvo a las aplicaciones realizadas, además se compararon los sustratos y se pudo determinar cuál fue el más óptimo para el desarrollo de las mismas.

Se obtuvieron los siguientes resultados: se encontró efecto significativo del sustrato 1 (Arena 50% con sello 50%) sobre las variables altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

No se encontró efecto significativo de los biopreparados en ninguna de las variables medidas; altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

No se encontró interacción entre sustrato-biopreparado sobre las variables medidas altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

INDICE

LIBERACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
INDICE DE IMÁGENES	VII
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE GRAFICAS	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1 Objetivo General.....	3
3.2 Objetivos Específicos.....	3
4. JUSTIFICACIÓN	4
5. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	5
6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	6
6.1 Hipótesis alterna	6
6.2 Hipótesis nula	6
7. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO.....	7
7.1 Agricultura Orgánica	7
7.1.2 Sustratos orgánicos.....	8
7.1.3 Biopreparados orgánicos	9
7.2 Producción Orgánica de Hortalizas	11
7.3 Producción de hortalizas bajo invernadero	11
7.3.1 Aspectos generales de los invernaderos.....	11
7.4 Descripción del Cultivo Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i>)	13
7.4.1 Generalidades	13
7.4.2 Taxonomía	14
7.4.3 Descripción Botánica.....	14
7.4.4 Requerimientos Edafoclimaticos	15
7.4.5 Manejo Agrotécnico.....	15
8. MATERIALES Y METODOS	17
8.1 Localización	17
8.2 Materiales, equipo y herramientas	17
8.3 Metodología	18

8.3.1	Obtención de plántula	18
8.3.2	Acondicionamiento de invernadero y obtención de sustrato	18
8.3.3	Establecimiento y seguimiento del cultivo	21
8.3.4	Diseño del experimento.....	24
8.3.5	Variables respuesta.....	27
8.3.6	Análisis de la información.....	30
9.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	31
10.	CONCLUSIÓN.....	34
11.	RECOMENDACIONES	35
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	36
13.	ANEXOS	43

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Localización del sitio donde se estableció el experimento	17
Imagen 2 Adquisición de planta de stevia	18
Imagen 3 Limpieza del invernadero	19
Imagen 4 Eliminación de malezas.....	19
Imagen 5 Fumigación de la nave	19
Imagen 6 Realización de pruebas hidrofísicas.....	20
Imagen 7 Medición de resultados.....	20
Imagen 8 Preparación de sustrato.....	20
Imagen 9 Llenado de bolsas	20
Imagen 10 Trasplante de plantas de stevia.....	21
Imagen 11 Preparación de preventivo.....	22
Imagen 12 Aplicación de productos preventivos	22
Imagen 13 Enraizador "Rotex".....	22
Imagen 14 Aplicación de enraizador	22
Imagen 15 Establecimiento de bandejas de drenaje.....	24
Imagen 16 Medición de agua drenada	24
Imagen 17 Preparación de té orgánico.....	26
Imagen 18 Aplicación de té orgánico	26
Imagen 19 Preparación de BioActivador.....	26
Imagen 20 Aplicación de BioActivador	26
Imagen 21 Modelo matemático de diseño factorial	27
Imagen 22 Toma de muestras.....	28
Imagen 23 Medición de altura de la planta (cm).....	28
Imagen 24 Medición de amplitud del follaje de la planta (cm).....	28
Imagen 25 Corte del follaje de la planta	28
Imagen 26 Medición de peso fresco del follaje (g)	29
Imagen 27 Muestras pesadas e identificadas	29
Imagen 28 Colocación de las muestras en la estufa.....	29

Imagen 29 Muestras peso seco	29
Imagen 30 Medición del peso seco de las muestras (g)	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipo y herramientas.....	17
Tabla 2 Solución nutritiva	23
Tabla 3 Horarios y tiempo de riego	23
Tabla 4 Promedio de solución regada.....	24
Tabla 5 Resultados de pruebas de drenaje.....	24
Tabla 6 Composición del Té orgánico	25
Tabla 7 Composición del Bioactivador	25
Tabla 8 Resultado de tratamientos sobre las variables medidas	33

INDICE DE GRAFICAS

Grafico 1 Altura de la planta (cm) en cada sustrato evaluado	31
Grafico 2 Amplitud del follaje (cm) en cada sustrato evaluado.....	31
Grafico 3 Peso fresco del follaje (gr) en cada sustrato evaluado	32
Grafico 4 Peso seco del follaje (gr) en cada sustrato evaluado.....	32

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad necesitamos aprender a usar diferentes técnicas para la producción de alimentos ya que cada día la sociedad exige más requerimientos tanto en salud, en calidad de lo que consumen y en el entorno ambiental llevándonos entonces a implementar nuevos sistemas de producción para cumplir sus necesidades como es el caso de la agricultura orgánica.

La agricultura orgánica no solo nos brindará un mejor aporte al ecosistema y al suelo donde se desarrollarán nuestros cultivos, sino que también nos dará frutos sanos y de buena calidad lo cual contribuirá de manera positiva tanto a los productores como a los consumidores.

La implementación de los insumos orgánicos se ha llevado a lo largo de los años teniendo un efecto positivo en cuanto a producción y medio ambiente, por esta razón es más recomendable seguir utilizándolos, ya que no solo mejoran el rendimiento en nuestra producción, sino que también ayudan a la recuperación del suelo y de microorganismos benéficos. Por esta razón decidimos implementar los mismos en la producción de un alimento tan importante en la sociedad como lo son las hortalizas.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo planteado en el siguiente trabajo fue determinar el efecto de insumos orgánicos (o biopreparados) y sustratos en el comportamiento vegetativo de stevia (*Stevia rebaudiana*) bajo condiciones de invernadero.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se desconoce el efecto de los sustratos y los biopreparados organopónicos sobre en el rendimiento y calidad de las hortalizas a manejar, junto con esto podremos obtener un desarrollo lento de cada una de las etapas debido a que no se tiene el conocimiento suficiente sobre el manejo dichas especies.

La comunicación con las empresas reconocidas por la distribución de semillas de calidad, al día de hoy, es muy inestable, lo que nos puede llegar a provocar retrasos en la producción de la plántula y por consiguiente en el desarrollo de todas las etapas que se esperan analizar.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de los insumos orgánicos (Bioactivador y Te orgánico) y su combinación con dos mezclas de sustratos (tezontle con vermicomposta y arena con sello) en el comportamiento vegetativo del cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana*) bajo condiciones de invernadero.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir el efecto de los sustratos (tezontle con vermicomposta y arena con sello) en el rendimiento de masa foliar del cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana*) bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el efecto de biopreparados (Bioactivador y Te orgánico o su combinación) en la producción (masa foliar) del cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana*) bajo condiciones de invernadero.

4. JUSTIFICACIÓN

Académica:

Con el proyecto en curso se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera para fortalecerlos y tomar experiencia.

Económica:

Con la elaboración de este proyecto se busca impulsar el uso de productos orgánicos para optimizar los costos en producción ya que algunos insumos orgánicos pueden ser de fácil adquisición en comparación con los productos sintéticos que llegan a ser más costosos lo cual repercutirá en la disminución de los costos de producción.

Ecológica:

Con la implementación de insumos y sustratos orgánicos en la producción de Stevia usados como complemento a la nutrición disminuirá la contaminación ya que se emplean productos de origen orgánico para sustituir los sintéticos, de esta forma se impulsará el desarrollo del cultivo respetando el medio ambiente además de que se obtendrá un producto sano y libre de toxinas.

5. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio es una investigación de tipo cuantitativo ya que se estableció un análisis estadístico para describir el efecto de los factores sobre las variables cuantitativas; también se denomina correlacional, ya que se evaluaron más de dos variables, por lo tanto, trata de descubrir la diferencia que tienen cada una de las variables al relacionarlas con las otras, por lo tanto, son medibles permitiendo su cuantificación para analizarla estadísticamente.

6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis alterna

Al menos uno de los sustratos en conjunto con un biopreparado (té orgánico y bioactivador) o su combinación, tendrán efecto en el comportamiento vegetativo de la stevia bajo condiciones de invernadero.

6.2 Hipótesis nula

No se tendrá efecto en el comportamiento vegetativo de la stevia con uno de los sustratos en conjunto con un biopreparado (té orgánico y bioactivador) o su combinación.

7. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO

7.1 Agricultura Orgánica

En México, la agricultura orgánica comenzó en 1963 en la región Soconusco en la finca Irlanda, ubicada en Tapachula, Chiapas., la cual obtuvo la primera certificación por la producción de café orgánico. La certificación fue Internacional en 1967, años después fueron la Finca San Miguel en 1986 y el rancho Alegre en 1988, ambos en la misma localidad. El mayor aumento y comercialización de la producción de la agricultura orgánica inicio a mediados de los 80's, con la exportación de diversos productos. A finales de esa década, inicia la cooperatividad de los productos orgánicos en los cabos, con la producción de hortalizas orgánicas. (Ochoa, 2010).

Gómez, R. (2012) plantea que la agricultura orgánica es un sistema de producción sustentable que genera beneficios económicos, sociales y del medio ambiente. Ello es viable ya que articula una forma de producción dirigida a atender las exigencias del mercado, sobre la base del manejo eficiente de los recursos naturales, lo que ayuda a la conservación de los servicios que brindan los ecosistemas. En el mundo, el mercado de los productos orgánicos se ha extendido considerablemente en los últimos años. Esto debido a un incremento de la demanda explicada por los cambios en los gustos y las preferencias hacia productos inocuos y naturales.

La producción orgánica busca minimizar la dependencia de insumos externos, reducir o eliminar impactos del medio ambiente, y proveer alimentos saludables a mercados enormemente competitivos y exigentes. (Soto y Muschler, 2001).

Mora, (1994) nos dice que la agricultura orgánica confronta el desafío de lograr una diversidad de cultivos equilibrada, en armonía con la rotación de éstos, con lo cual la fertilidad del suelo deberá mantenerse y ser mejorada, la incidencia de plagas deberá disminuir al decrecer las poblaciones de los diversos organismos, se busca un aumento en la diversidad de la flora microbiana que habita en él; en

otras palabras se deberá maximizar la producción a un bajo costo ecológico y energético, lo cual permitirá la sostenibilidad con el tiempo.

Algunos principios básicos de la AO son:

- Un sistema agrícola que trata de alcanzar ciclos más cerrados de nutrientes y fomenta la diversificación.
- Refuerza los mecanismos naturales y de autorregulación.
- Genera en base a los recursos locales.
- Optimiza la fertilidad del suelo a través de medidas culturales apropiadas.
- Desarrolla la protección de plantas en base de medidas preventivas.
- Preserva, cría y alimenta animales conforme las necesidades de la especie.
- Aplica medios suaves de procesamiento para productos agrícolas.
- Crea alimentos naturales y completos, garantizando una nutrición sana. (Garibay y Zamora, 2003).
- Conserva los nutrientes, con una buena cobertura de leguminosas como abono verde, se evita el lavado del suelo por el efecto de las lluvias y se conservan la vida de la superficie.
- Diversificación de los cultivos, con este sistema hay una integración de cultivos que evita el ataque de insectos y la proliferación de enfermedades. (Peralta, 2013).

Uno de los beneficios agronómicos en el contexto de la Agricultura Orgánica de mayor importancia es la posibilidad cierta de incrementar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su estructura y perfil químico, además de ayudar a la disminución que conlleve a su erosión. Por otra parte, los productos agrícolas generan una mejor post cosecha y algunos estudios demuestran que tienen mejor calidad nutricional y organoléptica. (SAG, 2013)

7.1.2 Sustratos orgánicos

El sustrato es el medio en el cual las raíces puedan crecer y también sirve como soporte a la planta, puede estar constituido de un solo material o mezclas. Un

sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas debe presentar alta capacidad de retención de agua, fácil drenaje y una apropiada aireación. (Puerta, et al. 2012)

Características

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Elevada porosidad. Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y, por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio). (Ilbay, 2012).

Es de gran importancia suministrar oxígeno y agua a la raíz de los cultivos, con el fin de lograr una adecuada disponibilidad de ambos en esa zona, ya que esto propicia efectos inmediatos sobre la forma y crecimiento de la misma; ello también propicia un incremento en la actividad metabólica y en la absorción de agua y nutrimentos.

En los sustratos las propiedades físicas se consideran más relevantes que las químicas, debido a que estas últimas son difíciles de corregir después de establecer el cultivo, por lo que desde el inicio deben ser las más apropiadas. Para cumplir con el suministro de agua y aire, los sustratos orgánicos deben poseer una porosidad mayor del 85% y capacidad de retención de agua, aunado a un drenaje rápido y una aireación entre 10 y 30%. (Morales y Casanova, 2015).

La estructura del suelo tiene influencia en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas; en consecuencia, en determinados casos puede ser el factor limitante para la producción. Una adecuada estructura hace que se optimicen los factores de crecimiento y se aumente el rendimiento de los cultivos. (UNLP, 2019).

7.1.3 Biopreparados orgánicos

Los biopreparados son productos elaborados a partir de materiales simples, sustancias o elementos presentes en la naturaleza (aunque en algunos casos

pueden incorporar productos sintéticos) que protegen y/o mejoran los sistemas productivos en los que se aplican. Son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas. (Terrile, 2010)

Ventajas y desventajas

Ventajas

- Son conocidos y preparados por los propios agricultores, lo que disminuye la dependencia de los técnicos y las empresas.
- Se basan en el uso de recursos que generalmente se encuentran en la quinta o en la zona, por lo que constituyen una alternativa de bajo costo.
- Casi no requieren energía a base de combustibles fósiles para su elaboración. Suponen un menor riesgo de contaminación del ambiente, ya que se fabrican con sustancia biodegradable y de baja o nula toxicidad.
- Su rápida degradación es favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos.

Desventajas

- El proceso de elaboración puede demandar cierto tiempo y, muchas veces, los ingredientes necesarios no se encuentran disponibles todo el año, por lo que su preparación debe ser planificada.
- Pese a la facilidad en su preparación y su baja toxicidad, el manejo de los biopreparados requiere cuidados para evitar la ingestión y el contacto con la piel (uso de guantes).
- En muchos casos no han sido validados con rigor científico, en especial en lo que refiere a las dosis y los momentos de aplicación.
- Como su uso está basado en la práctica, debemos recordar que las condiciones de producción o ambientales pueden cambiar y ello afecta su efectividad.
- No siempre pueden almacenarse para un uso posterior. Se degradan rápidamente por lo que su efecto residual es bajo. (Mediavilla, 2013).

7.2 Producción Orgánica de Hortalizas

Se conoce como hortalizas al conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos, estas se pueden consumir como alimento, ya sea de forma cruda o cocida. El término hortaliza engloba a las verduras y a las legumbres verdes. (Rozano, et al. 2004).

En cuanto a la horticultura orgánica es la ciencia y el arte de cultivar frutas, verduras, flores y plantas ornamentales utilizando los principios básicos de la agricultura orgánica para ayudar a mejorar y conservar los suelos, controlar las plagas y preservar variedades o cultivares ancestrales. El acolchado o “mulch”, compost, abono de estiércol, vermicompostaje y los suplementos minerales para mejorar el suelo son los medios fundamentales que se usan y que diferencian a este tipo de cultivos de otros métodos agrícolas. (Zúñiga, 2014).

SOCLA, (2009) señala que el aumento de la horticultura ha traído consigo un crecimiento en la demanda de abonos orgánicos tanto para producción agroindustrial como para la pequeña agricultura; en los cuales se puede mencionar que el uso de abonos orgánicos líquidos se ha incrementado, gracias a su bajo costo, facilidad de producción y porque contribuye al reciclaje de residuos provenientes de la actividad agrícola.

Dentro de la producción orgánica, las hortalizas orgánicas son el producto con más relevancia a nivel de consumo nacional. La demanda de estos productos ha aumentado por la creciente conciencia del riesgo que implica para los consumidores y sus familias, el consumo de alimentos donde se abuse en el uso de plaguicidas. El riesgo es aún mayor en cuanto hablamos de las hortalizas ya que muchas de estas son de consumo fresco. (Rodríguez y Soto, 1999).

7.3 Producción de hortalizas bajo invernadero

7.3.1 Aspectos generales de los invernaderos

Se define como invernadero a un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, la cual está recubierta por vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, en cuyo interior suelen cultivarse hortalizas y plantas ornamentales en épocas donde las condiciones climáticas externas no permitirían obtener el producto deseado. (Iglesias, 2006).

Flores y Ojeda, (2015) consideran que la combinación de factores climáticos facilita que las plantas cultivadas en un invernadero se encuentren por más tiempo en su zona de confort ambiental y en consecuencia son más suaves, tiernas y succulentas, en comparación a las cultivadas en campo abierto. Esta modificación en el clima permite adelantar cosechas, incrementar rendimientos o cultivar permanentemente en una región agrícola.

Existen diversas opciones para construir invernaderos, y a la hora de elegir cuál de ellos construir se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Exigencias climáticas del cultivo.
- Características climáticas de la zona.
- Disponibilidad en la mano de obra e insumos.
- Criterios de eficiencia y funcionalidad. (Miserendino y Astorquizaga, 2014).

Ventajas de los Invernaderos

- Incremento en la calidad y rendimiento de los cultivos.
- Obtención de productos fuera de época con la posibilidad de obtener varios ciclos de producción al año.
- Ahorro en insumos como agua y fertilizantes.
- Control de insectos y enfermedades que dañan los cultivos.
- Disminución de costos de producción por unidad producida.
- Producción de alimentos en lugares donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua o de suelos no lo permiten.
- Integración más eficiente de la producción primaria con la agroindustria al ofrecer materias primas durante todo el año, con volúmenes considerables y excelente calidad. (Ruiz, 2010).

Requerimientos básicos para el establecimiento de un cultivo protegido:

1. Alta inversión primaria (construcción) y secundaria (manejo).
2. Entendimiento profundo del cultivo (a nivel botánico y fisiológico).
3. Uso de avanzadas agrotécnicas las cuales incluyen:
 - Adaptación de variedades y de cultivares.

- Preparación y desinfección adecuada del suelo.
- Cobertura de las camas.
- Uso de semillas y plántulas de alta calidad.
- Distanciamiento adecuado entre las plantas.
- Manejo fitosanitario preciso durante todo el cultivo.
- Sistemas de riego "localizado" (goteo).
- Manejo preciso de la fertirrigación (especialmente en sustratos desconectados).
- Tutorado y poda del cultivo. (Shany, 2004).

(Iglesias, 2006). Señala que en general, con el cultivo bajo cubierta, se buscan tres objetivos muy claros: obtener producción fuera de época cuando las condiciones climáticas locales no son favorables para la producción al aire libre, incrementar la producción lo cual es posible como consecuencia de la intensidad de los cuidados y las condiciones de cultivo favorables dentro de las estructuras protegidas, y mejorar la calidad comercial de la producción.

7.4 Descripción del Cultivo Stevia (*Stevia rebaudiana*)

7.4.1 Generalidades

La Stevia rebaudiana es una planta originaria del Sudeste de Paraguay, que pertenece a la familia de las asteráceas, conocida como "hoja dulce". Es un arbusto perenne que puede llegar a medir de 65 a 80 cm, pero que cultivadas pueden llegar hasta 1,0 m de altura. (Duran, 2012).

Pertenece al género Stevia Cav., el cual esta aproximadamente constituido por 230 especies de plantas herbáceas, arbustivas y subarbustivas. Las hojas de stevia producen glucósidos diterpénicos (esteviósido y rebaudiósidos), los cuales se consideran como edulcorantes no nutritivos, no tóxicos y de alta potencia. (Ashok, et al. (2011).

Cuenta con una composición rica en un glucósido bajo en calorías llamado esteviósido cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña. (Salvador, et al. 2014).

(Villagómez, Hinojosa y Villaseñor, 2018) mencionan que las especies de *Stevia* presentan una gran variación en sus formas de crecimiento, por lo tanto, se encontrarán hierbas anuales como perennes, sufrútices o arbustos y pueden presentar hojas opuestas o alternas. Poseen consistentemente cabezuelas homógamas, discoides, conformadas siempre por cinco brácteas involúcras conteniendo cinco flores del disco, corolas infundibuliformes, color blanco, rosadas o moradas.

La stevia representa un mercado mundial de 400 millones de dólares en ventas y al día de hoy se constituye como el segundo edulcorante de mayor demanda a nivel global. China y Perú son los principales países exportadores de stevia mientras que Japón y E.U son los mayores importadores. (CEDRSSA, 2018).

7.4.2 Taxonomía (Vera, 2016).

Nombre	<i>Stevia rebaudiana</i>
Reino	Vegetal
Clase	<i>Dicotelidóneas</i>
Orden	<i>Asterales</i>
Familia	<i>Asteraceae</i>
Genero	<i>Stevia</i>
Especie	<i>S. rebaudiana</i>

7.4.3 Descripción Botánica

Tallo. Presenta ramificación lateral como en las espermatófitas, en el extremo y en los distintos niveles, simpódico. Pubescente. En sus primeras fases de desarrollo se puede observar un tallo único, en su fase final puede presentar numerosos tallos que salen de un mismo sistema radicular. Presenta una raíz que es muy ramificada y fibrosa. (Benítez, et al. 2010).

Hojas

La *S. rebaudiana* cuenta con hojas elípticas, ovales o lanceoladas, algo pubescentes; presentan disposición opuesta en sus estados juveniles, y alternas cuando las plantas llegan a su madurez fisiológica, previa a la floración. (Landázuri y Tigrero, 2009).

Flor. La flor es hermafrodita, pequeña y blanquecina; presenta una corola tubular, pentalobulada, en capítulos pequeños terminales o axilares, se agrupa en panículas corimbosas. La planta es auto incompatible (protandria), por lo tanto, su polinización es entomófila; se dice que es de tipo esporofítico y clasificada como apomíctica obligatoria. (Martínez, 2015).

Fruto. El fruto es un aquenio que llega a ser claro (estéril) u oscuro (fértil) el cual es diseminado por el viento. Es considerada como una planta de día corto, situando el fotoperiodo crítico de 12 a 13 horas según el ecotipo. (Landázuri y Tigreiro, 2009).

7.4.4 Requerimientos Edafoclimaticos

La stevia en su estado natural, crece en la región subtropical, semihúmeda de América. No tolera suelos con exceso de humedad ni los de alto contenido de materia orgánica, principalmente porque puede llegar a presentar problemas fúngicos que pueden causar grandes pérdidas económicas.

Precipitación. Las precipitaciones oscilan entre 1 400 a 1 800 mm distribuidos entre todo el año.

Temperatura. Las temperaturas van de 24 a 28 °C.

Humedad Relativa. Humedad relativa de 75% a 85%.

Radiación. Esta planta necesita de días largos y alta intensidad solar (heliofanía).

Altitud. La planta de stevia prospera desde los 0 m.s.n.m. hasta 1500 m.s.n.m.m. Se manifiesta que el cultivo de stevia crece desde 300 a 1 200 m.s.n.m.m.

Clima. Se desarrolla en los climas Subtropical, caliente y húmedo, se debe evitar en regiones de climas fríos. (Vera, 2016).

Suelo. Esta planta prospera en suelos arenosos arcillosos, que sean mínimamente planos, que cuenten con una buena luminosidad y que se expongan a temperaturas menores de los 20°C. (Hashimoto, 2016).

7.4.5 Manejo Agrotécnico

Riego. El riego es un aspecto fundamental para la producción de Stevia ya que esta no soporta periodos largos de sequía.

El sistema más recomendado es el riego por goteo, el cual puede aprovecharse para la aplicación de los fertilizantes líquidos. Además, se menciona que experiencias dentro del campo han comprobado que el riego por aspersión aumenta los problemas fitosanitarios lo cual hace que se descarte este tipo de sistema. (Rojas, et al. 2007).

Fertilización. En Brasil se ha reportado que, para llegar a obtener una tonelada de hoja seca por hectárea, se requieren 130 kg/ha de N; 18,8 kg/ha de P; 131,5 kg/ha de K; 43,7 kg/ha de Ca; 8,3 kg/ha de Mg y 9,7 kg/ha de S. Cabe mencionar que en Colombia se reportan requerimientos por hectárea de 70, 9.2 y 32 kilos de N, P y K respectivamente, esto bajo condiciones controladas en casas de vegetación o en invernaderos. (Hashimoto, 2016).

Control de malezas. El cultivo del stevia se debe mantener limpio todo el tiempo y más en los primeros 20 a 30 días posteriores a cada cosecha. Esto es necesario ya que cuando se tiene la presencia de malezas estas compiten en agua y nutrientes con el cultivo. (Casaccia y Álvarez, 2006).

Cosecha. El máximo rendimiento se obtiene momentos antes de la floración, apenas la planta comienza a emitir botones florales. Se cosecha regularmente durante todo el año y el rendimiento meta es de 2000-3000 kilogramos de hoja seca por año. (Rojas, et al. 2007).

8. MATERIALES Y METODOS

8.1 Localización

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus valle de Morelia en el área de invernaderos.



Imagen 1 Localización del sitio donde se estableció el experimento

8.2 Materiales, equipo y herramientas

Enlistado de materiales (Tabla 1) que se utilizaron en la elaboración de este proyecto.

Tabla 1 Materiales, equipo y herramientas

Material Vegetal	Tubin
Bolsas 40x40	Manguera (16 pulgadas)
Composta (champiñón)	Tubos PVC
Vermicomposa	Bomba
Tezontle	Tinaco
Pala	Válvulas
Azadón	Timer
Machete	Bascula digital
Tijeras de Poda	Vernier

8.3 Metodología

8.3.1 Obtención de plántula

Se adquirieron 45 plántulas, las cuales se compraron en un vivero cerca del instituto semanas antes de hacer el trasplante, por lo tanto, se mantuvieron en las bolsas con las que se nos entregaron hasta que el área donde se iban a establecer estuviera en las condiciones óptimas para el trasplante y desarrollo de las mismas.



Imagen 2 Adquisición de planta de stevia

8.3.2 Acondicionamiento de invernadero y obtención de sustrato

Acondicionamiento del invernadero. Se acondiciono el área para establecer el cultivo, dentro de estas actividades se realizó la limpieza general de toda la nave con el fin de descartar posibles entradas de plagas y enfermedades.



Imagen 3 Limpieza del invernadero



Imagen 4 Eliminación de malezas

Como método de prevención, antes de trasplantar todas las plántulas a las bolsas ya llenadas, se fumigo toda la nave, con el fin de evitar la presencia de mosquita blanca y otros áfidos.



Imagen 5 Fumigación de la nave

Caracterización del sustrato. Se realizaron pruebas hidrofísicas para seleccionar las cantidades adecuadas de insumos para el sustrato ideal donde próximamente se desarrollarían las plántulas.



Imagen 6 Realización de pruebas hidrofísicas



Imagen 7 Medición de resultados

Hechas las pruebas hidrofísicas, y detectado cual era el sustrato ideal para el desarrollo del cultivo y previamente preparado se procedió a llenar las bolsas, de las cuales sus características eran 40x40 cm con fuelle, teniendo una capacidad de 15 litros.



Imagen 8 Preparación de sustrato



Imagen 9 Llenado de bolsas

Resultados de propiedades hidrofísicas

Se estableció una fila doble con 18 bolsas por lado con dos plántulas por bolsa y cada fila con sustrato diferente, los cuales son:

- Tezontle + Vermicomposta (15%)

- Volumen de Saturación: 15 L
- Volumen de Agua Saturada: 4.5 L
- Volumen de Agua Drenada: 2.044 L

% Espacio poroso total: 30%

% Capacidad de Retención de Humedad: 16.37 %

% Capacidad de Aireación: 13.62 %

- Reciclado (Arena+ Sello)

- Volumen de Saturación: 15 L
- Volumen de Agua Saturada: 6 L
- Volumen de Agua Drenada: 3.055 L

% Espacio poroso total: 40%

% Capacidad de Retención de Humedad: 19.63 %

% Capacidad de Aireación: 20.36 %

8.3.3 Establecimiento y seguimiento del cultivo

Trasplante. Al terminar el proceso de llenado de bolsas, desinfección de la nave y teniéndolas colocadas en la dirección correcta, se procedió a realizar el trasplante tomando en cuenta que previamente se colocó un litro de agua por bolsa para humedecer el sustrato y con este generar un ambiente óptimo para el desarrollo de la plántula. Se les realizó dos orificios por cada lado, en la parte baja de la bolsa aproximadamente 10 centímetros hacia arriba a partir del piso, dejando el fuelle por los costados.



Imagen 10 Trasplante de plantas de stevia

De forma preventiva después de realizar el trasplante se aplicó en forma dirigida a la raíz de las plantas (drench) los siguientes productos orgánicos con el fin de proteger el cultivo.

- *Beauveria Bassiana* (Insecticida Organico)
- Bavaron (Insecticida Orgánico)
- *Tricoderma Harzianum* (BioFungicida)
- ReviB



Imagen 11 Preparación de preventivo



Imagen 12 Aplicación de productos preventivos

Tres días después del trasplante se le aplico: 100 ml por planta de una solución contiene enraizador "Rotex" a una dosis de 2gL^{-1} .



Imagen 13 Enraizador "Rotex"



Imagen 14 Aplicación de enraizador

Riego y nutrición. Se realizó riego de forma manual por una semana aproximadamente, sin perforar las bolsas, para que guardaran humedad, y pudieran seguir su correcto desarrollo; durante el desarrollo del cultivo, este fue nutrido a través de fertirriego aplicando las cantidades de nutrientes recomendadas para el cultivo. (Tabla 2).

Tabla 2 Solución nutritiva

Solución Nutritiva para Desarrollo y Producción (2500 L)	
Nitrato de Calcio	2005 gr
Nitrato de Potasio	1112 gr
Sulfato de Potasio	62.5 gr
Sulfato Magnesio	467 gr
Fosfato Monopotásico	35 gr
Cloruro de Potasio	187 gr
Ácido Fosfórico	187 ml
Micros	2500 ml
Sulfato Ferroso	2500 ml

El riego a partir del trasplante se realizó de domingo a lunes teniendo el siguiente horario:

Tiempo y Horario de Riego	
Inicio	Terminación
09:40	09:42
11:40	11:42
12:10	12:12
13:00	13:02
14:00	14:02
15:00	15:02
17:00	17:02

Tabla 3 Horarios y tiempo de riego

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se llevaron a cabo pruebas de drenaje y se promediaron los datos recabados teniendo los siguientes resultados:

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo de llevaron a cabo pruebas de drenaje (Tabla 4 y 5) y se promediaron obteniendo los siguientes resultados:

PROMEDIO DE SOLUCION NUTRITIVA REGADA	
3 Riegos	7 Riegos
Fila 1: 270 ml	Fila 1: 180 ml
Fila 2: 80 ml	Fila 2: 93 ml

Tabla 4 Promedio de solución regada

SOLUCION DRENADA	
Fila 1	Fila 2
F1B1: 2.38 Lts	F2B1: 2.438 Lts
F1B2: 700 ml	F2B2: 2.700 Lts

Tabla 5 Resultados de pruebas de drenaje



Imagen 15 Establecimiento de bandejas de drenaje



Imagen 16 Medición de agua drenada

8.3.4 Diseño del experimento

A). Conformación de tratamientos

En el presente trabajo se evaluaron dos factores; así como sin interacciones:

Factor uno: Sustratos (sustrato uno y sustrato dos).

El sustrato uno estuvo conformado por arena de tezontle en dos granulometrías, sello y arena; 50 % sello y 50% arena.

El sustrato dos estuvo conformado por arena de tezontle mezclado con 15% de vermicomposta.

Factor dos: Biopreparados, se emplearon dos productos.

El producto 1 llamado té orgánico contenía los siguientes insumos preparados en 5 L de agua:

Lombricomposta	750 gr
Melaza	100 ml
Diatomeas	2 gr
Micromix	1 gr

Tabla 6 Composición del Té orgánico

Una vez elaborado el producto se dejó fermentar por una semana y posteriormente se aplicó a las plantas.

El producto 2, llamado bioactivador contenía lo siguientes insumos en 5L de agua.

ReviB	25 gr
ReFuerza	25 gr
Diatomeas	2 gr
Aminoácidos	12.5 ml
Lixiviado	1 ml

Tabla 7 Composición del Bioactivador

Cada fila se dividió en tres bloques dando oportunidad a establecer cuatro tratamientos diferentes, los cuales son:

1. Solución nutritiva: Esta se calculó por medio del método de Steiner tomando en cuenta las características que tiene el agua con la que se dispone en el instituto; al igual que las necesidades y requerimientos del cultivo.
2. Té Orgánico: Se hicieron 5 aplicaciones (frecuencia de aplicación semanal) de 125 ml por planta de este bio-preparado.
3. Bio – Activador + Té Orgánico: Se utilizaron como complemento a la nutrición del cultivo, haciendo 5 aplicaciones alternadas, de 125 ml, cada uno un día diferente a la semana.
4. Bio – Activador: Este complemento orgánico se aplicó con frecuencia semanal aplicando 125 ml/Planta del mencionado producto. La aplicación fue al momento de la preparación del producto.



Imagen 17 Preparación de té orgánico



Imagen 18 Aplicación de té orgánico



Imagen 19 Preparación de BioActivador



Imagen 20 Aplicación de BioActivador

B) Diseño experimental y modelo matemático

Se llevó a cabo un diseño experimental de tipo factorial en bloques completamente al azar, este diseño se utiliza para experimentos que cuentan con dos o más factores, dado que en general son los más eficientes para ello. En este

diseño se investiga todas las posibles combinaciones entre los niveles de los factores.

Modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} = Poder de Reflexion

μ = media general

τ_i = efecto de la concentración

β_j = efecto de la temperatura

$(\tau\beta)_{ij}$ = efecto de interacción concentración – temperatura

ε_{ijk} = error aleatorio

Imagen 21 Modelo matemático de diseño factorial

8.3.5 Variables respuesta

Se midieron las siguientes 4 variables en cada uno de los 4 tratamientos

1. Altura de planta. Para determinar la altura de planta en cm, se utilizó una cinta métrica plástica y la determinación se realizó por única ocasión al finalizar el ciclo de cultivo tomando la distancia desde la base de la planta hasta el ápice de la misma.
2. Amplitud de follaje. Para medir la amplitud del follaje en cm, también se hizo uso de una cinta métrica plástica tomando como distancia todo el diámetro del follaje, se hizo en una sola ocasión al finalizar el ciclo del cultivo.
3. Peso Fresco de follaje. Con ayuda de unas tijeras de poda se cortó el follaje de la planta a una altura de 5 cm aproximadamente del suelo, para después pesarlo en una báscula digital en gr, este procedimiento se hizo por única vez cuando se finalizó el ciclo del cultivo.
4. Teniendo las muestras pesadas se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en la estufa durante 24 horas para poder hacer el procedimiento de secado. Al finalizar este proceso se volvieron a pesar las muestras en gr, y se anotaron los resultados.



Imagen 22 Toma de muestras



Imagen 23 Medición de altura de la planta (cm)



Imagen 24 Medición de amplitud del follaje de la planta (cm)



Imagen 25 Corte del follaje de la planta



Imagen 26 Medición de peso fresco del follaje (g)



Imagen 27 Muestras pesadas e identificadas



Imagen 28 Colocación de las muestras en la estufa



Imagen 29 Muestras peso seco

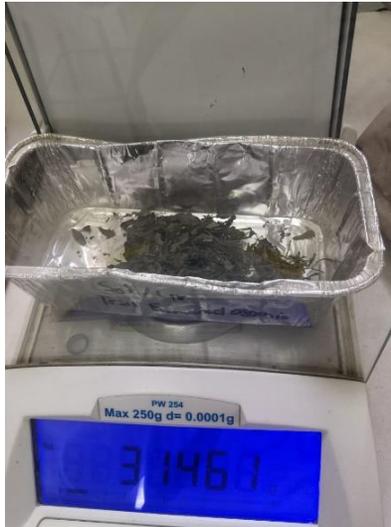


Imagen 30 Medición del peso seco de las muestras (g)

8.3.6 Análisis de la información

Una vez recabados todos los datos y/o resultados de las variables establecidas se agruparon en un documento (hoja de Excel) y se introdujeron en el Software estadístico SAS para así mismo obtener el análisis de varianza (ANOVA), y la prueba de comparación de medias tomando los datos con significancia de 0.05 según Tukey.

9. RESULTADOS Y DISCUSIONES

9.1 Variables altura de planta (cm), amplitud de follaje (cm), peso fresco y seco (en gramos).

Los análisis de varianza y prueba de comparación de medias (método tukey al 0.05) muestran efectos significativos de los sustratos en todas las variables medidas (Altura de la planta, Amplitud del follaje, Peso Fresco y Seco) (Gráficas 1-4)

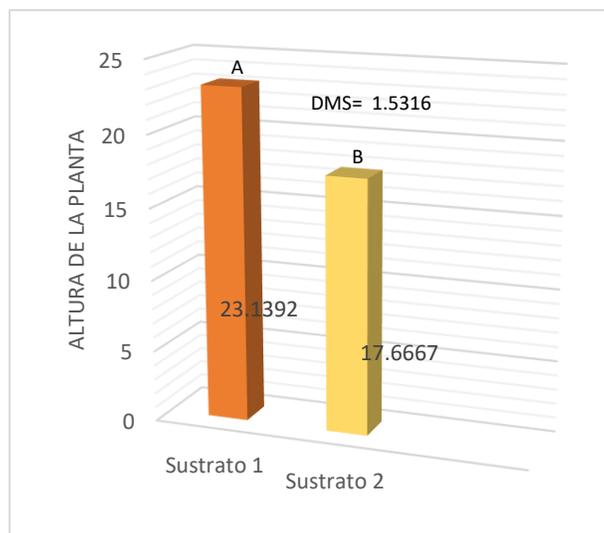


Gráfico 1 Altura de la planta (cm) en cada sustrato evaluado

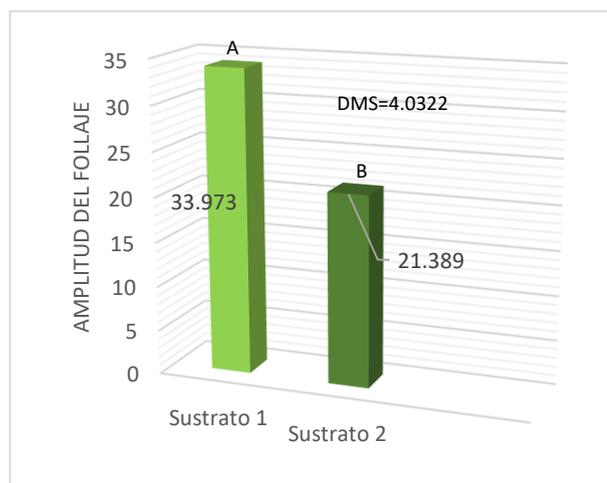


Gráfico 2 Amplitud del follaje (cm) en cada sustrato evaluado

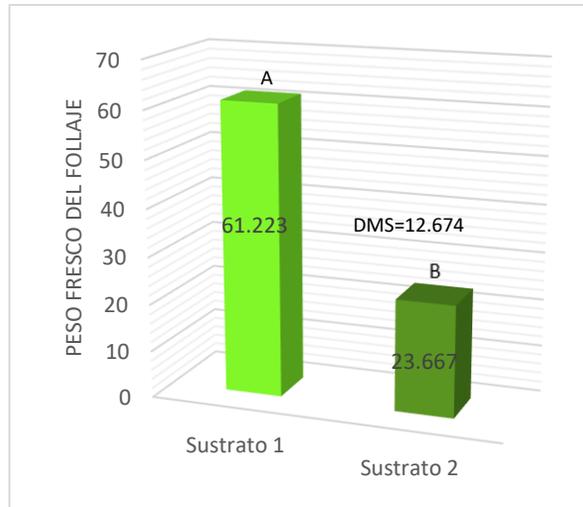


Grafico 3 Peso fresco del follaje (gr) en cada sustrato evaluado

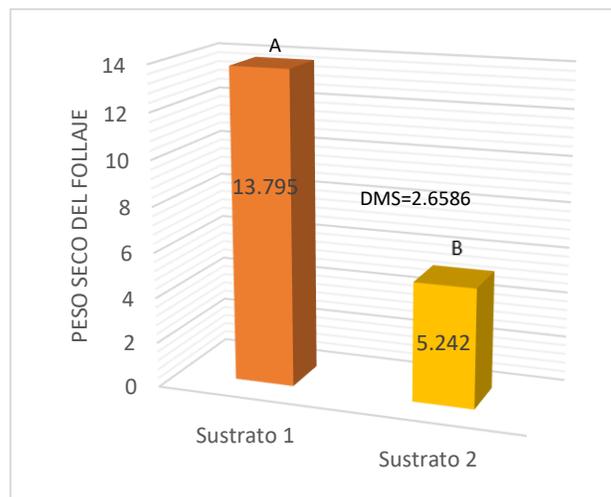


Grafico 4 Peso seco del follaje (gr) en cada sustrato evaluado

Para la variable Altura de la planta (cm) se encontró que el S1 supero con un 76.34% al S2; para la variable Amplitud del follaje (cm); el S1 supero en 62.95% al S2; en cuanto a la variable Peso fresco; el S1 supero en un 37.65% al S2; por último, la variable Peso seco, el S1 supero con 37.99% al S2.

Lo anterior puede explicarse al mayor volumen de aireación contenido en el S1, (20.36% CA) en comparación al S2 (13.62% CA) dado que Torres (2013) menciona que las malas propiedades físicas del suelo tendrán como consecuencia

una condición no favorable para el correcto desarrollo de los microorganismos así que como lo indica AVS (2017), un suelo debe tener una buena estructura en donde el aire y agua circulen con facilidad para que haya un correcto desarrollo de microorganismos los cuales según Álvaro (2019) ayudan al mantenimiento de la calidad, salud y fertilidad del suelo en el que se está desarrollando nuestro cultivo, lo cual se manifestó en una mayor altura de la planta, amplitud del follaje, peso fresco y seco del follaje.

9.2 Evaluación de Tratamientos sobre las variables altura de planta (cm), amplitud de follaje (cm), peso fresco y seco (en gramos).

En cuanto a la aplicación de los tratamientos no se encontraron efectos significativos sobre las variables medidas, sin embargo, podemos decir que el T1 (S.N) supero a los demás tratamientos en la variable altura de la planta; en cuanto a la variable Amplitud del follaje el tratamiento que arrojó mayores resultados fue el T3 (Te orgánico + BioActivador); para la variable Peso fresco del follaje el T1(S.N) dio mayores pesos que los demás; y por último en la variable Peso seco del follaje el tratamiento que arrojó mayores pesos fue el T3 ((Te orgánico + BioActivador).

	Variables			
	Altura de la Planta (cm)	Amplitud del follaje (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
T1. S.N.	21.278 A*	28.278 A	48.945 A*	10.160 A
T2. Té	20.917 A	27.362 A	30.083 A	9.223 A
T3. Mixto	20.000 A	28.417 A*	44.500 A	10.393 A*
T4. Bioactivador	19.417 A	26.667 A	37.250 A	8.297 A

Tabla 8 Resultado de tratamientos sobre las variables medidas

Con lo anterior se puede decir que, aunque estadísticamente los resultados no son significativos, se puede regar con cualquier tratamiento y se obtendrán mediciones similares en las variables altura de planta (cm), amplitud de follaje (cm), peso fresco y seco (en gramos).

10. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos y bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

Se encontró efecto significativo del sustrato 1 (Arena 50% con sello 50%) sobre las variables altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

No se encontró efecto significativo de los biopreparados en ninguna de las variables medidas; altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

No se encontró interacción entre sustrato-biopreparado sobre las variables medidas altura de planta, amplitud de follaje, peso fresco y seco.

11. RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar suficientes pruebas hidrofísicas previas al establecimiento del cultivo ya que como se pudo observar anteriormente la Capacidad de Aireación fue un factor muy influyente en el desarrollo del cultivo, por lo tanto, para obtener mejores resultados es necesario hacer más mezclas de sustratos con diferentes porcentajes y observar cual arrojará mejores propiedades físicas ya que una vez establecido el cultivo es difícil modificar estas características.

Para los biopreparados, cualquiera es recomendado ya que se obtuvieron resultados similares en todas las variables medidas, aunque el mixto (bioactivador + te orgánico) obtuvo un valor un poco más alto que los demás, esto se puede deber al mismo sustrato ya que se observó que las características de este sí influyeron en el desarrollo del cultivo.

Lo recomendado en este caso es aplicar cualquier caldo, siempre y cuando se cuente con un sustrato con buenas propiedades físicas para que exista un buen desarrollo de los microorganismos aplicados y estos puedan cumplir su función.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Álvaro, G. (2019). Microorganismos, los grandes desconocidos de nuestro suelo. Salamanca: Fertibox Análisis Agrícolas. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://www.fertibox.net/single-post/microbiologia-agricola>
- Ashok, K., Singh, S., Dhyani, D. (2011). Revista canadiense de ciencia vegetal. 91(1). Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://cdnsceincepub.com/doi/10.4141/cjps10086>
- Asociación Vida Sana, (2017). Microorganismos del suelo y biofertilización. España: Crops for Better Soil” Life 10 ENV ES 471. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: https://cultivos-tradicionales.com/upload/file/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf
- Benítez, B., Pereira, C., González, F., Molinas, C., Bertoni, S. (2010). Morfología y micrografía del ka’a he’e, *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, provenientes de cultivares del Departamento de Concepción, Paraguay. Steviana. 2, 55-67. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/article/download/1295/1282>
- Casaccia, J., Álvarez, E. (2006). Recomendaciones técnicas para una producción sustentable del ka’a he’e (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni) en el Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de Investigación Agrícola. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: http://www.steviaparaguaya.com.py/recomendaciones-tecnicas_kaahee.pdf
- CEDRSSA, (2018). Oportunidades para la agricultura en México: La Estevia. Palacio Legislativo de San Lázaro, Ciudad de México. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/92Estevia.pdf>
- Duran, S., Rodríguez, M., Córdón, K., Record, J. (2012). Estevia (*stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. Revista chilena de nutrición. 39(4), 203-206. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000400015&script=sci_arttext&lng=en

Flores, J., Ojeda, W. (2015). Consideraciones agronómicas para el diseño de invernaderos típicos de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 978-607-9368-39-5. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/riego-drenaje/libro-invernaderos-de-mexico.pdf

Garibay, S., Zamora, E., (2003). Producción orgánica en Nicaragua: limitaciones y potencialidades. Nicaragua: Sistema de información Mesoamericano sobre agricultura sostenible. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://orgprints.org/id/eprint/2691/1/garibay-2003-National-Evaluation-Nicaragua.pdf>

Gómez, R., Morales, M. (2012). La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible. Documento de Discusión: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/421/DD1214.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hashimoto, J. (2016). Efecto de dosis crecientes de elementos mayores en el rendimiento y contenido de esteviosido en *Stevia rebaudiana* Bertoni en Trujillo la Libertad. Tesis de licenciatura de Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9244/JUAN%20HUMBERTO%20HASHIMOTO%20PINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Iglesias, N. (2006). Producción de hortalizas bajo cubierta: Estructuras y manejo de cultivo para la Patagonia Norte. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (3). Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion-de-hortalizas-bajo-cubierta_2006.pdf

- Ilbay, L. (2012). "EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*)". Tesis de Licenciatura de Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica. Recuperado el 20 de marzo del 2022, de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3173/1/Tesis-32agr.pdf>
- Landázuri, P., Tigrero, J. (2009). *Stevia rebaudiana* Bertoni, una planta medicinal. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3521/1/B-ESPE-000801.pdf>
- Martínez, M. (2015). Revisión bibliográfica *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Cultivos Tropicales*. 36, 5-15. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243640001.pdf>
- Mediavilla, M. (2013). *Biopreparados para el Manejo de Plagas y Enfermedades*. Argentina: INTA. Recuperado el 15 de marzo del 2022, de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/cartilla_biopreparados.pdf
- Miserendino, E., Astorquizaga, R. (2014). *Invernaderos: aspectos básicos sobre estructura, construcción y condiciones ambientales*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 03 de marzo del 2022 de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura23_invernadero.pdf
- Mora, F. (1994). ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA PRODUCCION ORGANICA DE HORTALIZAS. *AGRONOMIA MESOAMERICANA* 5: 171-183. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, http://www.mag.go.cr/rev_meso/v05n01_171.pdf
- Morales, E., Casanova, F. (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*. Universidad de Costa Rica. 26(2), 365-372. Recuperado el 10 de marzo del 2022, de: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43738993018.pdf>

- Ochoa, R. (2010). Agricultura orgánica. Tesis de licenciatura de Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado el 03 de marzo del 2022 de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4622/T18329%20OCHOA%20MORALES%2C%20ROCIO%20GUADALUPE%20%20MONOG..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Peralta, A. (2013). "Introducción Básica a la Agricultura Orgánica". Procasur: Proyecto: "Compartiendo Conocimientos en Seguridad Alimentaria y Buenas Prácticas para la Generación de Ingresos en la Zona Fronteriza de República Dominicana y Haití". Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de https://americalatina.procasur.org/images/Rutas_realizadas/Documento_Tecnico.pdf
- Puerta, C., Russian, T., Ruiz, C. (2012). Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum L.*) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. Revista Científica UDO Agrícola 12 (2): 298-306. Recuperada el 15 de marzo del 2022, de: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12037>
- Rodríguez, G., Soto, G. (1999). Fertilización de hortalizas orgánicas. Congreso Nacional Agronómico / III Congreso Nacional de Suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_267.pdf
- Rojas, S., Díaz, C., Alfonso, R., López, C., Barrera, N., Osorio, C. (2007). Plan Estratégico "Stevia". Colombia: Bogotá Community College Administración Comercial y Mercadeo. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/manual%20stevia.pdf>
- Rozano, V., Quiroz, C., Acosta, J., Pimentel, L., Quiñones, E., (2004). Hortalizas, las llaves de la energía. Revista Digital Universitaria. 5(7), 1067-6079. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/sep_art88.pdf

- Ruiz, M., (2010). Diseño de un invernadero hidropónico con ambiente controlado. Tesis de Licenciatura de Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6309/1/DISENOINVERNADERO.pdf>
- Salvador, R., Sotelo, M., Paucar, L. (2014). Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 157 - 163. Recuperado el 03 de marzo del 2022 de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172014000300006&script=sci_arttext&lng=en
- Servicio Agrícola y Ganadera. (2013). AGRICULTURA ORGÁNICA NACIONAL. Bases Técnicas y situación actual. Chile: Ministerio de Agricultura. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org_nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf
- Shany, M., Rosenthal, E., (2004). Producción de hortalizas en condiciones Tecnificadas. Israel: Ministerio de Relaciones Exteriores de Israel Centro de Cooperación Internacional. Recuperado el 14 de diciembre del 2021, de <http://repiica.iica.int/docs/B0429e/B0429e.pdf>
- SOCLA, (2009). Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. Colombia: Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: https://www.researchgate.net/profile/Walter-Pengue/publication/280081818_VERTIENTES_DEL_PENSAMIENTO_AGRICOLOGICO/links/55a6ea4c08aeb4e8e646c8cf/VERTIENTES-DEL-PENSAMIENTO-AGROECOLOGICO.pdf#page=289

- Soto, G., Muschler, R. (2001). Génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), 62, 101-105. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6341/A2122e.pdf?sequence=1>
- Terrile, R. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Perú: IPES / FAO. Recuperado el 10 de marzo del 2022, de: https://www.ciaorganico.net/documypublic/540_Biopreparados-para-la-agricultura-FAO.pdf
- Torres, D., Jaurixje, M., Mendoza, B., Henríquez, M., Contreras, J. (2013). Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, Estado Lara. Bioagro, 25(1). Recuperado el 15 de marzo del 2022, de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612013000100006
- Universidad Nacional de la Plata, (2019). Estructura y Estabilidad Estructural del Suelo. Argentina: Departamento de Ambiente y Recursos Naturales Facultad de Ciencias Agraria y Forestales U.N.L.P. Recuperado el 10 de marzo del 2022, de: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42966/mod_resource/content/1/TEMA%206%20-%20ESTRUCTURA%20Y%20ESTABILIDAD%20ESTRUCTURAL%2026-3-19.pdf
- Vera, C. (2016). EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO DE STEVIA (Stevia rebaudiana Bertoni) EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA. BAJO CONDICIONES DE SAN MARTÍN. Tesis de Licenciatura de Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de:

http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/600/TFCA_136.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villagómez, E., Hinojosa, O., Villaseñor, J. (2018). El género *Stevia* (Eupatorieae, Asteraceae) en el estado de Morelos, México. *Acta Botánica Mexicana* 125: 7-36. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n125/2448-7589-abm-125-e1315.pdf>

Zúñiga, P. (2014). MANUAL DE PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS. Tesis de licenciatura de Universidad Central de Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Recuperado el 03 de marzo del 2022, de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2865/1/T-UCE-0004-97.pdf>

13. ANEXOS

Anexo 1. Variable Dependiente: Altura de la Planta

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	283.0583375	31.4509264	10.28	0.0001
Error	14	42.8343583	3.0595970		
Total	23	325.8926958			
corregido					
C.V	8.573139	%			

Grupo Tukey	Promedio	Sustratos
A	23.1392	1
B	17.6667	2
DSM:	1.5316	

Grupo Tukey	Promedio	Tratamientos
A	21.278	1
A	20.917	2
A	20.000	3
A	19.417	4
DSM:	2.9353	

Anexo 2. Variable Dependiente: Ancho del Follaje de la planta

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	1607.386025	178.598447	8.42	0.0003
Error	14	296.886958	21.206211		
Total	23	1904.272983			
corregido					
C.V	16.63613	%			

Grupo Tukey	Promedio	Sustratos
A	33.973	1
B	21.389	2
DSM:	4.0322	

Grupo Tukey	Promedio	Tratamientos
A	28.417	3
A	28.278	1
A	27.362	2
A	26.667	4
DSM:	7.7277	

Anexo 3. Variable Dependiente: PF (Peso fresco del follaje)

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	18016.62167	2001.84685	9.55	0.0001
Error	14	2933.34352	209.52454		
Total	23	20949.96520			
corregido					
C.V	34.10320	%			

Grupo Tukey	Promedio	Sustratos
A	61.223	1
B	23.667	2
DSM:	12.674	

Grupo Tukey	Promedio	Tratamientos
A	48.945	1
A	44.500	3
A	39.083	2
A	37.250	4
DSM:	24.291	

Anexo 4. Variable Dependiente: PS (Peso seco del follaje)

Fuente	DF	SC	CM	FC	Pr > F
Modelo	9	941.6205083	104.6245009	11.35	0.0001
Error	14	129.0654250	9.2189589		
Total	23	1070.6859333			
corregido					
C.V	31.89922	%			

Grupo Tukey	Promedio	Sustratos
A	13.795	1
B	5.242	2
DSM:	2.6586	

Grupo Tukey	Promedio	Tratamientos
A	10.393	3
A	10.160	1
A	9.223	2
A	8.297	4
DSM:	5.0952	

Nivel de SUST	Nivel de CAL	N	Media	SD	Media	SD
1	1	3	24.2233333	2.26707594	34.8900000	7.1886230
1	2	3	23.6666667	4.04145188	32.0000000	10.5830052
1	3	3	22.3333333	4.04145188	35.0000000	5.0000000
1	4	3	22.3333333	2.51661148	34.0000000	9.0000000
2	1	3	18.3333333	3.51188458	21.6666667	7.6376262
2	2	3	18.1666667	1.75594229	22.7233333	6.0897154
2	3	3	17.6666667	2.02072594	21.8333333	7.1821538
2	4	3	16.5000000	1.50000000	19.3333333	6.5064071

Nivel de SUST	Nivel de CAL	N	Media	SD	Media	SD
1	1	3	68.5566667	32.5033788	14.3666667	6.87517515
1	2	3	52.6666667	32.3161466	12.7766667	8.74569799
1	3	3	66.0000000	12.4899960	15.6966667	4.17392301
1	4	3	57.6666667	42.0277686	12.3400000	8.89784244
2	1	3	29.3333333	31.2143130	5.9533333	6.11216274

2	2	3	25.5000000	18.9010582	5.6700000	4.05658724
2	3	3	23.0000000	19.0591186	5.0900000	4.11369663
2	4	3	16.8333333	12.5731195	4.2533333	3.40567663