



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

**Informe final de investigación para optar al título de Ingeniero
Agropecuario**

**Efecto de tres sustratos sobre el comportamiento
agronómico de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*),
Finca Comana, Jalapa septiembre-octubre 2024**

Autores

Hellmy Guadalupe Umanzor Suarez

Marcos Antonio Romero González

Tutor

Ph.D. Oscar Enrique Bustamante Morales

Asesora

Lic. Karla Massiell López Úbeda

Estelí, abril 2025

Este informe final de investigación fue aceptado en su presente forma por la Oficina de Investigación de la Dirección de Ciencias Agropecuarias (DCA) de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP) y aprobado por el Honorable Comité Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título profesional de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Tutor

Ph.D. Oscar Enrique Bustamante Morales

Miembros del Comité

Ing. Byron Uriel Rojas Valverde

M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda

Ing. Juan José Monzón Talavera

Sustentantes

Br. Hellmy Guadalupe Umanzor Suarez

Br. Marcos Antonio Romero González

ÍNDICE

Contenido	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	2
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
V. OBJETIVOS	7
5.1 Objetivo general.....	7
5.2 Objetivos específicos	7
VI. LIMITACIONES.....	8
VII. HIPÓTESIS	9
VIII. MARCO TEÓRICO.....	10
8.1 Generalidades del cultivo de tabaco	10
8.2 Sustratos en la agricultura.....	12
8.3 Tipos de sustratos.....	13
8.4 Capacidad de retención de agua.....	17
8.5 Plagas y enfermedades en el cultivo de tabaco	20
8.6 Factores Ambientales.....	22
IX. DISEÑO METODOLÓGICO	25
9.1 Ubicación geográfica	25

9.2	Enfoque, alcance de la investigación experimental	25
9.2.1	Enfoque	25
9.3	Según su nivel de amplitud.....	26
9.4	Descripción de unidad de análisis experimental.....	27
9.5	Definición de variables y su operacionalización	28
9.6	Diseños experimentales	29
9.7	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	30
9.8	Procedimiento para análisis de resultados	31
9.9	Confiabilidad de los instrumentos	31
9.10	Consideraciones éticas	31
X.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
10.1	Efecto de tres sustratos sobre el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco.....	33
10.1.1	Altura de plántulas.....	33
10.1.2	Diámetro de tallo	34
10.1.3	Numero de hojas emitidas	35
10.1.4	Producción de Biomasa seca	36
10.2	Capacidad de retención de agua de cada uno de los sustratos utilizados en el cultivo de tabaco.....	37
10.2.1	Capacidad de retención de agua	37
10.2.2	Porosidad total	38
10.3	Incidencia de enfermedades	38
XI.	CONCLUSIONES.....	40
XII.	RECOMENDACIONES	41
XIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

XIV.	ANEXOS	46
------	--------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1 Altura de plántulas	33
Figura 2 Diámetro del tallo.....	34
Figura 3 Número de hojas emitidas.....	35
Figura 4 Biomasa aérea y Radicular.....	36
Figura 5 Capacidad de retención de agua.....	37
Figura 6 Porosidad total del sustrato	38
Figura 7 Incidencia de enfermedades	39

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1 Clasificación taxonómica	11
Tabla 2 Componentes	14
Tabla 3 Características químicas	14
Tabla 4 Componentes	15
Tabla 5 Características químicas	15
Tabla 6 Descripción de unidad de análisis experimental.....	27
Tabla 7 Definición de variables con su operacionalización	28
Tabla 8 Diseño experimental	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1 Macro Localización	46
Anexo 2 Micro Localización	46
Anexo 3 Hoja de campo.....	47
Anexo 4 Hoja de campo para observaciones.....	48
Anexo 5 Hoja de campo.....	48
Anexo 6 Análisis Estadístico	49
Anexo 7 Presupuesto	51
Anexo 8 Galería de fotos	52

DEDICATORIA

Dedico este informe final para la culminación de mis estudios universitarios primeramente a Dios, que me ha dado la inteligencia, sabiduría, salud y fortaleza para llevar a cabo mis estudios, sin él no habría podido llegar a estas instancias culminantes de mis estudios universitarios, a mi madre y a mi padre por su amor y apoyo incondicional, quienes a pesar de la distancia siempre han velado por mi bienestar y necesidades, a mis hermanos y cuñado que me han acompañado durante mi crecimiento y estuvieron siempre al pendiente de mi cuidado, a mi compañero y maestros quienes con sus conocimientos que han aportado al enriquecimiento de mi formación, haciendo posible culminar esta investigación.

Hellmy Guadalupe Umanzor Suarez

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mi mamá que siempre me ha apoyado en todo momento. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades que pudiera encontrar en el transcurso de mi vida. Me ha enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño, sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarles este trabajo a mis hijas, espero que ver que culmine mis estudios universitarios sea un ejemplo vivo del viejo refrán, "el que persevera alcanza" y que sea un recordatorio de que cada cosa tiene su tiempo y cuando nos saltamos esos momentos los logros se dificultan un poco más, ustedes son lo mejor que me ha pasado, y llegaron en el momento justo a mi vida para darme ese empujón para cumplir todas mis metas.

De manera especial a los que no están ya con nosotros y que formaron parte de mi experiencia universitaria, mis maestros y compañeros de clases, juntos compartimos el anhelo de algún día coronar nuestra carrera y ejercer la profesión de Ingeniero Agropecuario los tengo a todos en mis pensamientos y oraciones siempre.

Marcos Antonio Romero González

AGRADECIMIENTOS

Agradeciendo a Dios por darme la salud, inteligencia, fortaleza y la voluntad para culminar mis estudios y por acompañarme en el transcurso de estos cinco años, permitiéndome salir y regresar con bien a mi hogar, a mi madre que a costa de sus sacrificios me brindo todos los recursos necesarios para que cursara mi carrera, confiando en que su esfuerzo iba a dar frutos, quien con mucho amor me enseñó el valor que tiene la educación y logro hacer de mí una persona responsable y dedicada a sus estudios, a mi padre por brindarme siempre su ayuda tanto económicamente como paternal, a mis hermanos por estar siempre a la disposición y apoyarme en todos mis proyectos universitarios y estar presentes cada que lo necesite, a mi cuñado por cada madrugada en la que me acompaño a esperar el autobús que tomaba para asistir a la universidad y estar al pendiente de mi regreso por la noche, y a cada uno de mis familiares que de una u otra manera han aportado a mi crecimiento humano, cristiano y profesional.

También agradecer Agrícola Ganadera Norteña S.A (AGANORSA) quienes nos abrieron las puertas de la empresa y nos brindarnos las condiciones que hicieron posible la realización de nuestro trabajo de investigación.

A nuestra alma mater Universidad Francisco Luis Espinoza Pineda por darme la oportunidad de formar parte esta familia formadora de profesionales y a todos los maestros que me acompañaron y formaron parte de mi formación académica.

Hellmy Guadalupe Umanzor Suarez

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo primeramente a Dios nuestro Padre por darme la oportunidad de retomar mis estudios y vivir la culminación de los mismos.

A mi familia, especialmente a mi mamá que en su momento y sorteando adversidades económicas supo darme las herramientas para iniciar todos mis estudios, a mis esposa e hijas por creer en mí y apoyarme en la decisión de retomar mis estudios superiores a pesar del tiempo y mi edad, a mis hermanos que aun desde lejos no dudaron en ayudarme en perseguir este sueño que muchas veces les exprese de culminar mis estudios universitarios, la fe depositada en mí por todos ustedes ha sido el motor que me permitió completar este camino, sin ustedes este logro no habría sido posible.

A nuestra universidad UNFLEP gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente, a mis tutores y asesores, PhD. Oscar Enrique Bustamante Morales, Lic. Karla Massiell López Úbeda, a M.Sc Alicia González por su gestión en la convalidación de mis asignaturas muchas gracias por siempre en deuda con usted.

Finalmente, agradezco Hellmy Guadalupe Umanzor Suarez por la oportunidad inicial de formar parte de sus grupos de estudio desde que empezamos a estudiar juntos en “3er año B” y consecuentemente poder trabajar juntos en esta investigación a pesar de la distancia, siempre tuviste disponibilidad para trabajar y aportar todos sus conocimientos. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y tu colaboración fue crucial para su realización.

A todos, gracias por ser parte de este viaje, Dios los bendiga.

Marcos Antonio Romero González

RESUMEN

Los sustratos desempeñan un papel fundamental en la agricultura, particularmente en la producción de plántulas, al garantizar las condiciones óptimas para su desarrollo. Este estudio, realizado en 2024 en la Finca Comana (comarca La Mía, municipio de Jalapa), evaluó el efecto de tres sustratos en el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*), analizando variables como altura, diámetro del tallo, número de hojas, biomasa seca, capacidad de retención hídrica, porosidad e incidencia de enfermedades. Se realizó a través de un diseño completamente al azar (DCA), utilizando el modelo aditivo lineal ANDEVA para el análisis de varianza. Los resultados mostraron diferencias significativas en la altura de las plántulas, destacando el sustrato T1 (turba pura) con un promedio de 7.33 cm. En contraste, no se registraron variaciones estadísticas en diámetro del tallo, número de hojas o biomasa seca entre los tratamientos. Respecto a la retención de agua, el T1 presentó el mayor porcentaje (80%), superando al T3 (53%) por un 27%, mientras que el T2 registró la mayor porosidad (85%). En cuanto a la incidencia de enfermedades, el T3 mostró la mayor afectación (3.82%), mientras que el T2 no presentó casos. Los hallazgos indican que la turba pura (T1) favorece el crecimiento vertical y la retención hídrica, mientras que el sustrato alternativo (T3) podría impulsar el desarrollo del tallo. Estos datos son clave para optimizar la selección de sustratos en la producción tabacalera, adaptándose a objetivos específicos como el control de humedad, la prevención de patógenos o el fortalecimiento estructural de las plántulas. El estudio subraya la importancia de evaluar múltiples variables agronómicas para tomar decisiones técnicas informadas, contribuyendo así a la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Palabras claves: Sustratos agrícolas, *Nicotiana tabacum*, Comportamiento agronómico, Retención hídrica, Incidencia de enfermedades, Plántulas

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*) representa un rubro de gran importancia para la economía del país, ya que es uno de los mayores generadores de divisas, convirtiéndose en una de las principales fuentes de empleos directos y permanentes. Los productores de tabaco consideran a la etapa de semillero como una de las más importantes, por ser la base del cultivo y el medio ideal para el desarrollo controlado de la planta en su etapa inicial.

Los sustratos constituyen el fundamento de apoyo para la mayoría de las plantas durante su fase inicial, y la diversidad disponible en el mercado es considerable según las preferencias del agricultor y el cultivo en específico. Frecuentemente, el sustrato se considera un aspecto secundario en la agricultura, sin reconocer que es crucial para la fijación y desarrollo inicial de las plántulas, ya que proporciona el medio ideal para el desarrollo radicular y sirve como anclaje para la planta durante un periodo significativo (Guato Jiménez , 2014)

En la actualidad, los productores enfrentan desafíos significativos durante la época húmeda, donde la elección del sustrato se convierte en un aspecto de suma importancia porque no todos logran una respuesta significativa en cuanto al desarrollo de las plántulas, ya que sus componentes evidencian problemas relacionados con la cantidad y calidad, incidencia de hongos y el desarrollo general, dando como resultado pérdidas económicas para el productor.

La selección y evaluación de nuevos sustratos es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones de manera precisa y objetiva, permitiendo la elección del sustrato de acuerdo a las necesidades y requerimientos tanto nutricionales como climáticos de las plántulas.

II. ANTECEDENTES

La producción de plántulas es un proceso primordial para garantizar el éxito en la agricultura, ya que la calidad de estas tiene un impacto directo en el rendimiento de los cultivos. Actualmente, existe un interés creciente en la búsqueda de sustratos que suplan todas sus necesidades, que alcancen un desarrollo óptimo generando menos gastos al producir y que se adapte a la época en la que se establece el semillero. Jalapa siendo una zona conocida por la producción de tabaco se encuentra en la necesidad de establecer sus propios semilleros y que sean de buena calidad, lo que genera que los productores busquen un sustrato que aporte resultados notorios en la producción.

En el contexto internacional Rivas Pérez, Ruz Reyes, Batista Licea, Santiago Suárez, & Leyva Gómez (2005) evaluaron sustratos para la producción de posturas de tabaco en condiciones de casa de cultivo. Obteniendo como resultado que los sustratos que mejor se comportaron en la fase de semillero del cultivo del tabaco en cuanto a la calidad de las plántulas en las condiciones estudiadas fueron: humus 100 %, zeolita 25 % + cachaza 75 % y zeolita 25 % + humus 75 %.

Valdivieso Martínez (2017) realizó un estudio investigativo donde evaluó el crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes sustratos para el mejoramiento de su producción en invernadero. Con base a los resultados obtenidos se determinó que la emisión de hojas fue mayor en el sustrato comercial, los sustratos en estudio a excepción del conformado por 70% tierra de huerto + 10% aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco que registró un porcentaje de emergencia de 92.5%, no presentaron diferencia significativa con el sustrato comercial.

En las investigaciones realizadas a nivel nacional Rivera Martínez & Rodríguez González (2020) evaluaron la efectividad del sustrato alternativo a base de Marango (*Moringa oleífera*) para la producción de plántulas de tabaco producidas en invernadero en el municipio de Condega departamento de Estelí. En este estudio se concluyó que los sustratos evaluados en la producción de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en invernadero, no se encontraron diferencia estadística significativa, demostrando así que los sustratos elaborados de manera convencional, pueden sustituir al sustrato comercial (Kekkilä) en la producción de plántulas, obteniendo resultados similares.

Durante la recopilación de los antecedentes se encontró que la gran mayoría de investigaciones sobre el rendimiento de los sustratos en el cultivo de tabaco son comparativas entre mezclas de subproductos agrícolas con sustratos comerciales, teniendo estos estudios el mismo resultado, siendo los sustratos de origen comercial la mejor opción para asegurar la productividad y rentabilidad del cultivo.

A nivel local no existen estudios previos sobre la evaluación de sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco, esto debido a que el ciclo total productivo del mismo incurre una gran inversión económica y los productores no se arriesgan en la implementación de nuevas técnicas de manejo, teniendo así poco o nulo conocimiento del desempeño de los diferentes sustratos en la etapa de semillero.

Este es el primer estudio que se realizará a nivel local y tiene como objetivo evaluar el comportamiento de las plántulas de tabaco en tres tipos de sustratos diferentes durante los meses de septiembre - octubre, a través de la implementación de turbas comerciales elaboradas con materiales inocuos, los cuales están accesibles al productor, lo que permitirá obtener resultados satisfactorios en cuanto a menor incidencia de enfermedades y mayor desarrollo morfológico. Resaltando que los sustratos que se utilizaron en las investigaciones descritas en los antecedentes, en su mayoría están compuestos por materiales que se encuentran en el medio y no cuentan con los estándares de sanidad necesarios para evitar la proliferación de enfermedades, tomando en cuenta que en la actualidad es más costoso conseguir estos materiales por su poca disponibilidad y mayor requerimiento de mano de obra.

III. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Jalapa es una región reconocida por su potencial agrícola, especialmente en el cultivo de diferentes variedades de tabaco. Los agricultores enfrentan continuamente el desafío de optimizar sus prácticas de cultivo para asegurar la sostenibilidad. Dado este escenario, la elección del sustrato adecuado para el cultivo de plántulas es un factor esencial, especialmente durante la época húmeda, donde las condiciones ambientales pueden exacerbar la vulnerabilidad de los cultivos a enfermedades, afectando su desarrollo y calidad.

Escogimos la etapa de semillero debido a la importancia en el rendimiento final de la planta. En los estudios previos consultados acerca del uso de sustratos utilizados en el cultivo del tabaco, los tipos, su aplicación y generalidades, se encontró que existen sustratos comerciales y sustratos compuestos por materiales orgánicos como lombricompost, arena y aserrín.

Se realizaron consultas con productores del municipio de Estelí y de la ciudad de Jalpa, lugar donde se llevó a cabo el estudio, a partir de estas consultas, se concluyó que el estudio se enfocaría en el efecto de los sustratos de origen comercial en la etapa de semilleros, excluyendo aquellos compuestos por materiales orgánicos o subproductos agrícolas por las siguientes razones:

Los sustratos compuestos por materiales orgánicos no garantizan la inocuidad del producto, ya que los elementos que los conforman no son procesados ni almacenados con ese fin. Por ende, los productores no se arriesgan a utilizarlos debido a los posibles gastos en control y replantación. Además, no existe un mercado formal para la venta y distribución de sustratos compuestos por materiales orgánicos, lo que dificulta que los productores puedan adquirirlos.

La elaboración de un sustrato orgánico implica mayor inversión económica debido a que los materiales que se utilizan no son fáciles de conseguir y su precio es elevado, del mismo modo esto conlleva a necesitar mayor mano de obra. Los productores de tabaco se dedican al monocultivo a gran escala y, en pocos casos, siembran o usan su tierra para otros cultivos. Por esta razón, carecen de subproductos agrícolas para la elaboración de sustratos orgánicos.

Las plántulas de tabaco en la etapa de semillero no presentan un desarrollo vegetal significativo en los sustratos compuestos por materiales orgánicos, incluso en diferentes combinaciones de estos, en comparación con los sustratos de origen comercial. El objetivo

principal de los sustratos es garantizar que las plántulas lleguen en condiciones óptimas al momento del trasplante.

A nivel práctico esta investigación aportará alternativas viables que respondan directamente a las necesidades de los productores, partiendo de los resultados obtenidos, sirviendo como modelo para otras localidades en condiciones similares, ampliando su impacto más allá de la región; teniendo un enfoque en la maximización de recursos en cultivos de importancia económica.

Debido a su relevancia en la producción de tabaco y a los desafíos específicos que enfrenta, se eligió Finca Comana del municipio de Jalapa como sitio para el estudio subrayando así la importancia social del mismo al apuntar directamente a la mejora de las condiciones de producción inicial. A nivel teórico busca llenar un vacío de conocimiento actual sobre la eficacia de diferentes sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco en condiciones específicas de la región, considerando que tiene importancia desde ambas perspectivas tanto social como científica.

Por tanto, siendo la resolución a problemáticas y el aporte de conocimientos científicos al sector agropecuario un objetivo de la universidad y como estudiantes de la misma, en este estudio se evaluó el efecto de diferentes sustratos de origen comercial utilizados en el cultivo de tabaco, ya que no existe consenso sobre cuál utilizar en la época de invierno.

IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción de plántulas de tabaco saludables constituye el pilar fundamental para obtener una buena cosecha; esto se consigue principalmente en la preparación del semillero y depende en gran medida del tipo de sustrato a utilizar. En el mercado podemos encontrar gran variedad de sustratos, incluso específicos para cada cultivo, pero su eficiencia se ve afectada según las variaciones de temperatura y otros factores en las diferentes épocas del año, por lo que al usar el mismo sustrato todo el año, el rendimiento y calidad de las plántulas no es el mismo, lo que genera pérdidas económicas al productor. Sin embargo, la información existente sobre la eficacia comparativa de diferentes sustratos y su impacto directo en el comportamiento agronómico de las plántulas de tabaco en esta región específica y bajo condiciones de humedad es limitada.

La práctica actual de utilizar un tipo de sustrato que retiene alta humedad ha llevado a una problemática elevada en la incidencia de hongos, afectando negativamente la salud y el desarrollo de las plántulas de tabaco, lo que a su vez impacta en la productividad y los medios de vida de los agricultores.

La incidencia elevada de patógenos no solo disminuye la cantidad y calidad de la producción de tabaco, sino que también incrementa los costos asociados al control de enfermedades y la necesidad de replantación, disminuyendo los márgenes de ganancia de los agricultores y aumentando su vulnerabilidad económica. Este problema resalta la conexión directa entre la elección del sustrato, la incidencia de enfermedades y su impacto económico en los agricultores.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres sustratos sobre el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*), Finca Comana, Jalapa septiembre-octubre 2024

5.2 Objetivos específicos

Identificar con que sustrato demuestra un mayor crecimiento en el cultivo de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Determinar la capacidad de retención de agua de cada uno de los sustratos utilizados en el cultivo de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Analizar la incidencia de enfermedades con el uso de tres sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*)

VI. LIMITACIONES

La investigación sobre el efecto de tres sustratos sobre el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) es necesaria para optimizar las prácticas de cultivo y mejorar la producción. Sin embargo, como en cualquier estudio científico, este tipo de investigación enfrenta varias limitaciones, dentro de ellas, la variedad genética que se utiliza, la respuesta de las plántulas a los distintos sustratos puede variar significativamente entre diferentes variedades o cepas de *Nicotiana tabacum*. Si el estudio se limita a una o unas pocas variedades, los resultados pueden no ser generalizables a todas las demás.

La uniformidad, homogeneidad y calidad constante de los sustratos utilizados pueden ser un desafío. Incluso pequeñas variaciones en la composición, estructura física o presencia de microorganismos en los mismos pueden afectar los resultados, dificultando la atribución de los efectos observados únicamente a las diferencias intencionadas entre los sustratos.

La época de establecimiento del semillero es determinante en la calidad final, debido a las variaciones en luz, temperatura y humedad. En invierno, la humedad y las precipitaciones constantes pueden influir en el desarrollo de las plántulas, afectando los resultados si el estudio se realiza en periodos de baja precipitación. Además, la escala del estudio y su repetición son vitales

Los recursos limitados pueden reducir el tamaño del estudio y las repeticiones, interfiriendo la confiabilidad estadística. Es esencial tener suficientes repeticiones para asegurar resultados representativos y confiables.

Las interacciones bióticas y abióticas también pueden influir en los efectos de los sustratos en las plántulas. Estas interacciones complejas entre factores bióticos (plagas, enfermedades) y abióticos (nutrientes, pH del sustrato) pueden ser difíciles de controlar o prever en el diseño experimental.

VII. HIPÓTESIS

Las plántulas de tabaco tendrán un mayor crecimiento, menor incidencia de enfermedades y la capacidad de retención de agua del sustrato será menor con el uso del sustrato compuesto turba de 80 – 90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita con respecto al sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%.

VIII. MARCO TEÓRICO

En este apartado, examinaremos la literatura relacionada con las variables a evaluar. Los temas tratados en este capítulo facilitarán una comprensión más profunda de los aspectos que se valorarán en cada uno de los objetivos específicos del estudio.

8.1 Generalidades del cultivo de tabaco

El cultivo de tabaco posee una producción promedia del 90% de todas las áreas cultivadas de tabaco que se cultivan a nivel mundial. Tuvo una introducción en América Central, América del Norte e Islas del Caribe. Este cultivo posee un ciclo biológico que va dentro de los 55 a 78 días en dependencia de la variedad, posee una altura de 1.80 m y 3.00 m hasta la inflorescencia, el número de hojas varía dependiendo la variedad y forma del cultivo con 14 a 20 hojas, el tamaño de las hojas está entre 0.25 m y 0.35 m de anchura y una longitud de 0.40 m a 0.55 m, teniendo en cuenta la variedad. (Castro Hurtado, 2021)

8.1.1 Origen

El tabaco es originario de Sur América de la región de los Andes, donde se encuentran Perú, Ecuador y Bolivia. El tabaco pertenece al género *Nicotiana* la cual abarca más de 60 especies. Su género deriva de Joan Nicot, un portugués quién introdujo la planta de tabaco a Francia. El nombre específico deriva de una palabra haitiana para la pipa que la hierba era fumada. Expertos creen que la planta de tabaco, era cultivada en América, que la utilizaban para fumar, masticar y en enemas. (Gonzales & Gurdían , 1998)

En la literatura encontramos un amplio número de autores hablando sobre el origen del tabaco, si bien todos mencionan que su origen se encuentra en el continente americano no todos coinciden con el país que le atribuyen el hallazgo; decidir un solo autor para establecer su origen es resultado de leer detenidamente la información y al existir investigaciones que afirman que los primeros vestigios de consumo de tabaco se encontraron en Perú.

8.1.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1 Clasificación taxonómica

Taxonomía	
Reino	Vegetal
Subreino	<i>Embryophyta</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Pteropsida</i>
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Orden	<i>Tubifloras</i>
Familia	<i>Solanacea</i>
Genero	<i>Nicotiana</i>
Especie	<i>Tabacum</i>

Fuente: (Ortéz Rodríguez , 2005)

Dentro de la familia Solanácea, encontramos el género *Nicotiana* y la especie *Tabacum*, que abarca más de 7,000 especies distribuidas en América, África y Australia, con presencia limitada en Europa y Asia. El género *Nicotiana* incluye tres subgéneros, 14 secciones y más de 60 especies. Entre estas, la *Nicotiana rustica* y la *Nicotiana tabacum* son destacadas por su relevancia comercial, siendo esta última la que abarca todas las variedades cultivadas en Cuba y la mayoría en otras partes del mundo.

La producción, comercialización y consumo de tabaco se basan principalmente en el cultivo de la especie *Nicotiana tabacum* L., con una importancia mucho menor en *Nicotiana rustica* L., que solo se cultiva localmente en Rusia y algunos países de Asia. Las demás especies de *Nicotiana* solo son relevantes como material para investigaciones científicas y con fines ornamentales. (Valdivieso Martínez , 2017)

8.1.3 Importancia económica del cultivo de tabaco en Nicaragua

En Nicaragua, el cultivo de tabaco ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, consolidándose como un importante sector de exportación que contribuyó con 55.7 millones de dólares a la economía del país en 2022. Desde el Sistema Nacional de Producción, Consumo y Comercio, se ha trabajado en el desarrollo de nuevas tecnologías adaptadas para pequeños productores, así como en la implementación de sistemas de riego

eficientes, con el objetivo de mejorar la rentabilidad del cultivo y ampliar el acceso a nuevos mercados.

Durante el ciclo 2022/2023, la producción nacional de tabaco alcanzó los 171,640 quintales de hojas en bruto, evidenciando un aumento del 3.2% en comparación con el ciclo anterior. Este rendimiento representó un cumplimiento del 100% de la meta establecida en el Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio.

La cosecha se llevó a cabo en un total de 6,130 manzanas de tierra, concentradas principalmente en los municipios de Estelí, Jalapa, Jinotega, Matagalpa y la Isla de Ometepe (Ministerio Agropecuario , 2022)

8.2 Sustratos en la agricultura

Martínez & Roca (2011) explica que el suelo es un medio crucial donde ocurren muchas funciones vitales para la vida de las plantas. Sin embargo, a menudo presenta condiciones restrictivas que pueden obstaculizar el crecimiento agronómico óptimo en diferentes niveles. Por esta razón, en la horticultura, es común sustituir el suelo natural con sustratos de diversas procedencias. Estos sustratos, en alguna o todas las etapas del cultivo, permiten superar las limitaciones del suelo y proporcionan un entorno más adecuado para la absorción de agua y nutrientes por parte del sistema radicular y la planta en su totalidad.

8.2.1 Definición y función de los sustratos

El sustrato se define como cualquier material sólido que no sea suelo y que puede ser de origen natural o sintético, mineral u orgánico. Este material, ya sea utilizado puro o en combinación, y colocado dentro de un contenedor, facilita el anclaje de las plantas mediante sus sistemas radiculares, lo que permite un desarrollo óptimo de las mismas. Además, puede proporcionar los nutrientes necesarios para las plantas, ya sea en forma individual o combinada con otros materiales (Cruz Crespo y otros, 2013).

8.2.2 Clasificación de los sustratos

Según sus propiedades

Químicamente inertes: arena silíceo o granítica, grava, roca volcánica, perlita, lana de roca, arcilla expandida, etc.

Químicamente activos: turbas rubias y negras, orujos, residuos de la industria maderera, vermiculita, etc.

Según su origen.

Materiales orgánicos

Naturales: turbas rubias y negras, fibra de coco, son los más empleados; subproductos de actividades agrícolas, urbanas e industriales. En general, necesitan un tratamiento de “compostaje” para ser aptos para el cultivo. Algunos de estos productos son orujos de uva, cortezas de árboles y residuos madereros en general, paja de cereales, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas, etc.

Sintéticos: son polímeros de la industria de los plásticos, no biodegradables, como poliuretano, poliacrilamida y poliestireno.

Minerales

Naturales: proceden de rocas y minerales diversos: arenas, gravas, gravas volcánicas (puzolanas, zeolitas), etc.

Tratados: proceden de rocas y minerales tratados industrialmente por procedimientos físicos en general, y en menor medida químicos, de tal modo que sus propiedades resultan muy alteradas: perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, escorias industriales de altos hornos, estériles del carbón, etc. (Martínez & Roca, 2011)

8.3 Tipos de sustratos

8.3.1 Sustrato turba 100% sphagnum canadiense LM – GPS (AFM-1)

Descripción

Distribución del tamaño de partículas de la mezcla: Fina

Drenaje: Medio

Retención de agua: Alta

La mezcla de germinación AFM-1 es un medio de cultivo libre de agregados (AFM) que se procesa a partir de turba de *sphagnum* canadiense seleccionada. La turba se tamiza con el tamaño de partícula adecuado, lo que la hace ideal para la germinación de semillas. El espacio de aire en este medio fomenta el desarrollo saludable de las raíces para un crecimiento vigoroso de las plantas.

Tabla 2 Componentes

Componentes
Turba de <i>sphagnum</i> canadiense (100%)
Caliza calcítica
Caliza dolomítica
Agente humectante
Carga inicial

Fuente: (Lambert, s.f.)

Usos: Germinación de semillas, tapones, propagación de esquejes

Características del producto: Medios libres de agregados, muy económicos, sub-irrigación, riego por aspersión, se puede usar como base para la germinación, se puede usar como base para sustratos de propagación, bueno para condiciones cálidas y secas.

Tabla 3 Características químicas

Características químicas
Rango de pH: 5.4 – 6.3 (S.M.E)
Conductividad eléctrica: 0.9 – 1.4 mm hos/cm (S.M.E)

Fuente: (Lambert, s.f.)

8.3.2 Sustrato turba 80 – 90% sphagnum + perlita + vermiculita LM-CB

Descripción

Distribución del tamaño de partículas de la mezcla: Fina

Drenaje: Medio

Retención de agua: Media

La mezcla de tabaco LM-CB está hecha de *sphagnum* canadiense rubio de fibras finas, turba mezclada con perlita fina y vermiculita. LM-CB garantiza una excelente retención de agua para una germinación óptima y uniforme. La humedad es la adecuada para facilitar el llenado plano.

Tabla 4 Componentes

Componentes
Turba de <i>sphagnum</i> canadiense (80-90%)
perlita hortícola
vermiculita hortícola
Caliza calcítica
Caliza dolomítica
Agente humectante
Carga inicial

Fuente: (Lambert, s.f.)

Usos: Especialmente formulado para la germinación de semillas, tapones, corte de propagación

Características del producto: Mezcla personalizada, pH ligeramente más alto, riego por flotación y aspersión.

Tabla 5 Características químicas

Características químicas
Rango de pH: 5,2 – 6,0 (SME)
Conductividad eléctrica: 0,8 – 1,5 mm hos/cm (S.M.E)

Fuente: (Lambert, s.f.)

8.3.3 Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%

Lombrihumus

El abono orgánico, altamente descompuesto y estable, ofrece nutrientes de liberación rápida y lenta. Su valor nutritivo depende del material inicial y del proceso de producción, siendo susceptible a la pérdida de nutrientes por lluvia. El lombrihumus contiene microorganismos beneficiosos y fitohormonas, y debe mantenerse con una humedad del 50-60%. El humus de lombriz, oscuro y de olor agradable, formado por partículas finas, facilita la liberación gradual de nutrientes, reduce la lixiviación y mejora la absorción de nutrientes (Valdivieso Martínez , 2017).

Suelo

Mosquera (2010), menciona que el suelo es esencial en los abonos orgánicos fermentados, pudiendo ocupar hasta un tercio del volumen total. Facilita el desarrollo microbiológico, mejora la homogeneidad y distribución de la humedad, y actúa como una esponja que gradualmente libera nutrientes según las necesidades de las plantas. Su tamaño, composición química y microorganismos dependen de su origen, y es crucial eliminar partículas grandes como piedras y trozos de madera.

El sustrato basado en tierra se usa principalmente para flores cortadas y follajes en bancos. En otros países, pocos productores de plantas en macetas lo emplean, ya que proporciona CIC, nutrientes y retención de agua razonables. Al reemplazar un tercio de la tierra con arena, estas propiedades disminuyen. Para restaurarlas, se agrega una enmienda con alta CIC y retención de agua en vez de más tierra (Alvarado & Solano, 2002)

Aserrín

El aserrín es un residuo de madera comúnmente utilizado en sustratos debido a sus características favorables. La especie del árbol de origen influye en su durabilidad y en la cantidad de nitrógeno necesario para el crecimiento de las plantas. Algunas especies pueden contener toxinas perjudiciales. En general, el aserrín tiene un efecto leve sobre la acidez del sustrato, aunque su pH puede aumentar durante la descomposición. La turba es más ácida que la mayoría de los aserrines, cuyo pH varía entre 4.8 y 6.8 según la especie (Alvarado & Solano, 2002)

8.4 Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua de un medio es el volumen de agua que se retiene después del riego y el drenaje. La cantidad de agua retenida por un medio particular es dependiente en la distribución del tamaño de las partículas y la altura del recipiente (Pire & Pereira, Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado lara,, 2003)

8.4.1 Métodos para medir la capacidad de retención de agua

Método con porómetro

1. Preparación del Porómetro:

Se preparan los porómetros, cada uno consistiendo en un tubo de plástico de 7.62 cm de diámetro y 15 cm de longitud, o longitud deseada.

En un extremo del tubo, se fija una tapa plástica con cuatro orificios de 5 mm de diámetro distribuidos de forma equidistante en el borde.

En el otro extremo se coloca un anillo plástico sin fijarlo.

2. Colocación y Llenado de Muestras:

Cada porómetro se coloca verticalmente con la tapa perforada en la parte inferior.

Las muestras se introducen en el tubo hasta llenarlo.

Para compactar, el porómetro se deja caer desde 7.5 cm de altura sobre una mesa de madera dos veces.

Se rellena el tubo con muestra adicional hasta el borde superior después de cada caída.

3. Saturación de la Muestra:

Los porómetros llenos se colocan en un recipiente con agua, alcanzando justo debajo del borde superior. Esto permite que el agua suba desde los orificios inferiores y el aire salga por la parte superior.

Las muestras se dejan en el agua hasta el día siguiente para garantizar una saturación uniforme.

4. Asentamiento y Ajuste de la Muestra:

Tras el humedecimiento, se retira cada porómetro del agua.

Se remueve el anillo plástico de la parte superior y se nivela la muestra al borde del tubo con una espátula para eliminar el exceso.

5. Cobertura de la Muestra:

Se cubre el extremo expuesto de la muestra con un pedazo de tela porosa (liencillo), asegurándolo con una banda de goma.

6. Segunda Saturación Completa:

Los porómetros se sumergen completamente en agua por unos minutos, y se repite la operación un par de veces para garantizar una saturación completa.

Luego de 30 minutos, se colocan tapones en los orificios del fondo y se extrae la muestra del agua.

7. Drenaje y Medición del Volumen de Agua Drenada:

Los porómetros se colocan verticalmente sobre un recipiente y se remueven los tapones de los orificios.

Se mide el volumen de agua (V_a) drenado durante un período de 10 minutos.

8. Peso Húmedo y Peso Seco:

La muestra húmeda se retira de los porómetros y se pesa para obtener el peso húmedo (PH).

La muestra luego se coloca en una estufa a 105 °C para secarla y obtener el peso seco (PS).

9. Cálculos Finales:

Con los datos obtenidos (V_a , PH, PS) y el volumen del tubo (V_c), se calculan las propiedades físicas de la muestra según las siguientes variables y se realizan los siguientes cálculos:

$$\text{Porosidad tota(\%)}: \frac{v_a + \frac{PH - PS}{Pa}}{V_c} \times 100$$

$$\text{Capacidad de retencion de agua(\%)}: \frac{PH - PS}{V_c} \times 100$$

Va: volumen drenado (cm³).

PH: peso húmedo de la muestra (g).

PS: peso seco de la muestra (g).

Pa: peso específico del agua (1 g/cm³).

Vc: volumen del cilindro (cm³).

Este procedimiento permite medir y calcular las propiedades físicas de las muestras en condiciones controladas de saturación y compactación. (Pire & Pereira, Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela, 2003)

Método con instrumental mínimo

- Tomar vasos plásticos, realizarle 5 perforaciones en la base en forma de X y tapar los agujeros con una cinta adhesiva de preferencia “tape eléctrico”.
- Agregar el volumen de sustrato conocido y sin comprimir en ml por cada vaso (se utilizan 2 repeticiones).
- Saturar con agua (brillo en la superficie del sustrato) las muestras y dejar reposar 15 minutos.
- Quitar la cinta de la base y recoger lo drenado durante 2 minutos en un recipiente.
- Se mide el agua drenada en una probeta (volumen drenado).
- El sustrato de cada muestra se coloca por separado en recipientes o cápsulas plásticas, para ser pesado (peso húmedo) en una balanza. Restarle el valor de peso del recipiente.
- Colocar las muestras pesadas en la estufa a 65°C. Luego de 48 horas cuando las muestras estén secas, se pesan nuevamente (peso seco). Restarle el valor de peso del recipiente.
- Se determina la porosidad o espacio totales de poros. Según los siguientes cálculos:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) + \text{volumen drenado} \times 100}{\text{Volumen del sustrato}}$$

$$\text{Capacidad de retención de agua (\%)} = \frac{(\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}) \times 100}{\text{Volumen del sustrato}}$$

La diferencia de pesos se debe al contenido de agua que ha llenado los poros. La densidad del agua es de 1 g/ml, por lo que se puede convertir libremente la masa en volumen.

La porosidad total, por tanto, es un indicador de los espacios disponibles en el sustrato, que se pueden llenar con aire o agua: nótese que el volumen drenado es agua que el sustrato no puede contener. También se puede determinar la capacidad del sustrato para saturarse (capacidad de retención de agua) o contener la solución nutritiva y, por tanto, calcular el tiempo o el volumen de riego, según las propiedades de los emisores del equipo. Para estos indicadores, un valor por encima de 50% es adecuado en la mayoría de los sustratos (Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos)

8.5 Plagas y enfermedades en el cultivo de tabaco

8.5.1 Plagas más comunes en semillero

Gusano cortador del tallo (*Agrotis ipsilon*)

Durante la noche, las hembras depositan sus huevos individualmente, ya sea en malezas o en suelos con alto contenido de humus. Es importante destacar que incluso con poblaciones muy bajas, alrededor de 5 adultos por trampa, pueden ocasionar daños económicos significativos (Delgado Loor, 2019).

Grillos (*Scapteriscus sp. Aclxeta asimilis. Lis*), Grillo topo (*Grillotalpa lxxadactila*).

Aunque el daño ocasionado por los tierreros y los grillos se asemeja en gran medida al acto de masticar raíces, tallos y hojas de las plántulas, lo que resulta en la caída de gran parte del vegetal a lo largo de los surcos, los grillos tienen un comportamiento adicional: cortan o fragmentan las plántulas a la altura de los cotiledones (García Roa, 1994)

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Su importancia radica en el hecho de ser vectores de enfermedades. La mosca blanca *Bemisia tabaci* es el vector del "mosaico dorado" Las siembras escalonadas, el tiempo seco y la presencia de malezas hospedantes pueden favorecer la multiplicación de estas plagas polífagas (Jiménez Martínez & Rodríguez Flores, 2014)

8.5.2 Enfermedades más comunes en semillero

Pudriciones de raíz o mal del talluelo (*Damping off* *Phytium* sp., *Rhizoctonia solani*)

Por lo general, el hongo infecta el tallo cerca del suelo, provocando la formación de un anillo distintivo de tejido pardo muerto. Como resultado, las plántulas tienden a inclinarse y las hojas se descomponen, formando una masa viscosa y uniforme. Cuando la infección ocurre después de la germinación, puede resultar en la destrucción del plantón sin que la infección sea detectada. Las condiciones principales para la aparición de esta enfermedad incluyen un exceso de riego, falta de ventilación y una alta densidad de plántulas (Gonzales & Gurdián , 1998)

Antracnosis (*Colletotrichum* spp)

La infección inicial se caracteriza por la aparición de manchas pálidas y húmedas en las hojas de las plántulas próximas al suelo. Estas manchas desarrollan un centro pálido o grisáceo que se seca y arruga, aunque a menudo se encuentra rodeado de un halo de humedad. Las manchas más grandes pueden formar áreas con un centro blanco y lesiones oscuras en las venas de las hojas. El hongo responsable de la enfermedad es altamente persistente en el suelo, en los residuos de cultivos infectados o en huéspedes alternativos, y puede transmitirse a través de semillas (Gonzales & Gurdián , 1998).

Moho azul (*Peronospora tabaco*) (*Oomycetes: Perenosporaceas*)

Esta enfermedad se distingue por su gran capacidad patogénica, lo que le permite causar daños significativos en plantaciones en un período breve. Las plántulas afectadas por la enfermedad no son aptas para el trasplante, ya que la enfermedad ha progresado a una forma sistémica. Los síntomas de esta forma incluyen brotes torcidos, tallos encorvados y frágiles, lo que obstaculiza el crecimiento normal de la planta (Gonzales & Gurdián , 1998)

Pata negra (*Phytophthora parasitica* var. *Nicotianae* Tucker) (*Oomycetes: Demaciaceae*)

Esta enfermedad afecta principalmente la raíz y las partes inferiores del tallo de las plantas. Los síntomas pueden variar según la edad de la planta y las condiciones climáticas. En los semilleros, la enfermedad puede provocar una caída de las plántulas y hacer que el tallo adquiera un tono gris oscuro o negro cerca del suelo, con daños en algunas partes del tallo.

En plantas más maduras y altas, el tallo puede volverse negro hasta una altura de 20 cm, y las hojas pueden cambiar de color de amarillo a marrón y arrugarse (Gonzales & Gurdían , 1998)

Ojo de rama (*Cercospora nicotianae*) (Hifales: *Demaciaceos*)

Esta enfermedad se observa tanto en semilleros como en plantaciones. La infección se inicia en las raíces y en la base del tallo, lo que se manifiesta mediante un repentino amarillamiento, marchitamiento y caída de las hojas. Las lesiones que provoca tienen un diámetro de 2 a 15 mm, son de color pardo o gris oscuro, con centros de tonos grisáceos o pardos. Es más común durante la época lluviosa, siendo las hojas más antiguas más susceptibles que las jóvenes. En condiciones favorables, esta enfermedad puede causar graves daños a la planta (Gonzales & Gurdían , 1998)

Mancha parda (*Alternaria tenuis* Nees) (Hifales: *Demaciaceas*)

Esta enfermedad se desarrolla especialmente en climas cálidos y húmedos. Las lesiones características suelen ser de forma más o menos circular, con un color marrón oscuro, y tienden a formar áreas definidas. Estas lesiones pueden rodearse de un halo amarillo que puede extenderse por parte de la hoja, incluso provocando la muerte prematura de la misma. La enfermedad suele comenzar en las hojas inferiores y luego se propaga hacia arriba, lo que puede interferir con el proceso de maduración normal y dificultar el corte de las hojas antes de que sean afectadas. La actividad del hongo persiste incluso durante el curado en atmósfera controlada, y muchas de las toxinas producidas pueden hacer que las porciones de hojas que anteriormente estaban sanas salgan del curado con un color oscuro casi negro, lo que indica daño significativo. Además, este hongo también puede afectar al tallo y a las semillas. (Gonzales & Gurdían , 1998).

8.6 Factores Ambientales

8.6.1 Temperatura

La eficacia ambiental dentro de un invernadero se verá potenciada cuando esté menos expuesto a influencias externas. El desarrollo de un cultivo en sus distintas etapas está directamente influenciado por factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y la luz, entre otros. Para que las plantas realicen sus funciones vitales de manera óptima, es

fundamental mantener estos factores dentro de ciertos límites, ya que fuera de estos límites las plantas pueden detener su metabolismo.

Entre estos factores, la temperatura es el más significativo en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que ejerce una gran influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por lo general, la temperatura óptima para el crecimiento de las plantas se encuentra en el rango de 10°C a 20°C. (Huertas , 2007).

8.6.2 Luz

La influencia de la calidad y la intensidad de la luz se combina con el factor de sombra en el entorno de las plantas, generando un espectro de radiación único. Los órganos fotosintéticos de las plantas, como las hojas y los tallos verdes, se ven afectados en su crecimiento y desarrollo por la intensidad y la calidad de la luz que reciben durante la fotosíntesis.

La luz desempeña dos roles fundamentales en el crecimiento de las plantas: actúa como fuente de energía para la fotosíntesis, sin la cual las plantas superiores no pueden desarrollarse, y también como un estímulo que regula diversos aspectos como el crecimiento, el momento de la floración y la morfogénesis. Por lo tanto, los cambios en el color de la luz irradiada pueden alterar el crecimiento y desarrollo de las plantas como respuesta a estos estímulos lumínicos. (Blanco Valdés, 2019)

8.6.3 Humedad

El contenido de vapor de agua en el aire dentro del invernadero, que se puede medir, por ejemplo, a través de la humedad relativa, no es una de las variables climáticas que afectan directamente al crecimiento del cultivo, pero su control es de particular interés. Cuando la humedad relativa es alta, se favorece la aparición y propagación de enfermedades fúngicas, y además se reduce la transpiración, lo que disminuye la absorción de agua y nutrientes, pudiendo provocar deficiencias de elementos como el calcio. Por otro lado, cuando la humedad relativa es baja, la tasa de transpiración aumenta, lo que puede resultar en estrés hídrico, cierre de los estomas y, por consiguiente, reducción de la fotosíntesis.

La temperatura del aire y la humedad relativa están estrechamente relacionadas de manera inversa (con un coeficiente de correlación superior a -0.9), lo que significa que un cambio en

una de las dos variables produce un cambio inverso en la otra. Por lo general, a mayor temperatura del aire, menor humedad relativa, y viceversa, ya que a temperaturas más altas se necesita más vapor de agua para saturar el aire (Sánchez Pérez , 2014).

IX. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1 Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la comunidad La Mia, del municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, ubicado a una distancia de aproximadamente 197 km de la capital de Managua y a 10 km del casco urbano de Jalapa, cuyas coordenadas son 13° 50' 39" N - 86° 9' 24" W y una altura de 691 msnm. El clima es característico de la zona tropical lluviosa, moderadamente fresco y húmedo (sabana tropical de altura). La temperatura media anual oscila entre los 21°C a 23°C, con precipitación de 1,400 mm anualmente (ver anexos 1 y 2) (Municipios de Nicaragua, s.f.).

9.2 Enfoque, alcance de la investigación experimental

9.2.1 Enfoque

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo para comprender de manera integral el efecto de tres sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco durante los meses septiembre-octubre, con énfasis en el crecimiento de las plántulas, la capacidad de retención de agua del sustrato y la incidencia de enfermedades. Este enfoque cuantitativo permitió una exploración más completa y profunda de los fenómenos estudiados, obteniendo una comprensión más completa del problema de investigación.

El enfoque cuantitativo se concentra en las mediciones numéricas. Utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación. Este enfoque utiliza los análisis estadísticos. Se da a partir de la recolección, la medición de parámetros, la obtención de frecuencias y estadígrafos de población. Plantea un problema de estudio delimitado y concreto. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas. Una vez planteado el problema de estudio, revisa lo que se ha investigado anteriormente. A esta actividad se le conoce como la revisión de la literatura (Otero Ortega , Enfoque de investigacion).

9.2.2 Alcance de la investigación

Esta investigación fue de carácter exploratorio, donde su principal fue evaluar el efecto de tres sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco durante el período de septiembre-octubre

2024, la cual se centró, en el desarrollo de las plantas, la capacidad de retención de agua del sustrato y la incidencia de enfermedades.

Se cultivaron plántulas de tabaco en cada uno de los sustratos y se registraron datos sobre el crecimiento de las plántulas (altura, grosor de tallo, número de hojas y biomasa)

Se evaluó la incidencia de enfermedades en las plántulas cultivadas en cada sustrato, mediante observaciones periódicas. Se realizó un análisis estadístico de los datos recopilados para determinar si existen diferencias significativas entre los sustratos en cuanto a capacidad de retención de agua, desarrollo de las plántulas e incidencia de enfermedades.

Como resultado se obtuvo el informe de investigación que incluye una revisión de literatura, descripción del diseño experimental, resultados obtenidos, análisis estadístico y conclusiones.

Se contó con los recursos necesarios para llevar a cabo el experimento, incluyendo los sustratos, equipos, material vegetal y personal capacitado para realizar las mediciones y análisis requeridos. El presupuesto asignado cubrió todos los costos asociados con la investigación. La investigación se completó en un período de tres meses, incluyendo la fase de diseño experimental, recolección de datos, análisis y redacción del informe final.

La investigación no incluyó el estudio de otros factores ambientales que puedan influir en el cultivo de tabaco, como la temperatura, la humedad relativa, la luz, etc. No se realizaron pruebas de campo a gran escala, ya que el enfoque se centró en un experimento en semillero. No se evaluaron otros tipos de sustratos diferentes a los especificados. La investigación no aborda la optimización de prácticas de cultivo específicas, como el riego, la fertilización, etc., más allá de su influencia indirecta en los resultados de la investigación.

9.3 Según su nivel de amplitud

La investigación se realizó mediante un estudio transversal ya que se llevó a cabo en el lapso de mes y medio a nivel de invernadero que es el tiempo en que se dio la evolución del evento bajo estudio.

Un estudio transversal es un tipo de investigación observacional que analiza datos de una población en un momento específico en el tiempo. A diferencia de los estudios

longitudinales, que siguen a los sujetos a lo largo del tiempo, los estudios transversales se enfocan en una instantánea temporal para identificar la prevalencia de ciertas características, condiciones, o comportamientos. Son útiles para evaluar la relación entre variables, como factores de riesgo y enfermedades, pero no pueden establecer una causalidad directa debido a la falta de seguimiento temporal (Vega y otros, 2021)

9.4 Descripción de unidad de análisis experimental

En esta investigación experimental cuantitativa donde se evaluaron elementos cuantitativos, la unidad de análisis fue la plántula de tabaco (*Nicotiana tabacum*), ya que es el organismo sobre el cual se realizaron las observaciones, manipulaciones y mediciones necesarias para evaluar el efecto de los sustratos sobre el cultivo. La elección de las plántulas como unidad de análisis se justifica debido a su relevancia para el objetivo de estudio. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos en cuatro repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 6 Descripción de unidad de análisis experimental

Tratamientos	R1	R2	R3	R4
Turba 100% <i>sphagnum</i> canadiense				
Turba 80 - 90% <i>sphagnum</i> canadiense + perlita + vermiculita				
Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%				
Total				

Fuente: Elaboración propia

9.5 Definición de variables y su operacionalización

Tabla 7 Definición de variables con su operacionalización

Objetivos específicos	Variable	Definición conceptual	Subvariable	Indicadores	Técnica de recolección de información	Fuente de información
Identificar que sustrato demuestra un mayor crecimiento en el cultivo de plántulas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>).	Crecimiento en el cultivo y sustrato	Aumento en tamaño, desarrollo y biomasa de las plantas cultivadas a lo largo del tiempo	Emergencia o germinación Altura de plántula, Diámetro de tallo. Peso de raíz Biomasa	%, mm, cm, gr	Observación, hoja de campo	Plántula
Determinar la capacidad de retención de agua de cada uno de los sustratos a utilizar en el cultivo de plántulas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>).	Capacidad de retención de agua	Es el volumen de agua que se retiene después del riego y el drenaje.	Tamaño de partícula, porosidad, textura, compactación	mm, %	Ensayos de campo	Sustrato
Analizar la incidencia de enfermedades con el uso de tres sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>).	Incidencia de enfermedades	Proporción de plantas afectadas por una enfermedad específica dentro de una población de cultivo en un momento dado	<i>Phytophthora nicotianae</i>	%	Hojas de campo	Plántula

9.6 Diseños experimentales

El diseño experimental que se utilizó, es el Diseño Completamente al Azar (DCA), con el modelo aditivo lineal ANDEVA, el cual permite descubrir si los resultados de una prueba son significativos, es decir, permite determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = La j- esima observación del i-esimo tratamiento

μ = Media poblacional a estimar a partir de los datos

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación (error experimental)

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, \dots, n$ observaciones

Para evaluación las repeticiones en cada tratamiento se realizó la recolección de datos (a través de mediciones semanales) de los resultados obtenidos en cada variable, realizando las pruebas necesarias. El muestreo se realizó cada ocho días en un lapso de mes y medio.

Se aplicaron tres tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, con un total de 12 unidades experimentales para el análisis de variabilidad en los datos de comportamiento agronómico, capacidad de retención de agua e incidencia de enfermedades y comparando los resultados con el tratamiento testigo del sustrato en el cultivo de plántulas de tabaco en la etapa de semillero. El diseño experimental se detalla en la tabla 8.

T1: 100% turba sphagnum canadiense

T2: 80-90% turba sphagnum canadiense + perlita + vermiculita

T3: Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%

R: Repetición 1-2-3

Las repeticiones fueron distribuidas totalmente aleatorizados, el croquis en semillero quedaría de la siguiente manera:

Tabla 8 Diseño experimental

R1	R2	R3	R4
T3R1	T2R2	T4R3	T1R4
T2R1	T3R2	T1R3	T4R4
T1R1	T2R2	T4R3	T3R4

Fuente: Elaboración propia

En el túnel de cultivo se realizaron dos canteros para colocar las bandejas, en cada cantero se colocaron cuatro bandejas en fila y tres en columna. Se tomaron cuatro bandejas de 98 alveolos por cada unidad experimental, utilizando un total de 12 bandejas. Los muestreos se realizaron cada ocho días para un total de 1,176 plantas. Tomando en cuenta estos datos, se utilizó un diseño experimental de diseño de completamente al azar (DCA).

9.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para asegurar la integridad y la precisión de los datos recolectados en este estudio, se implementaron diversas técnicas e instrumentos específicos. Además de la observación directa durante la experimentación para registrar la incidencia de enfermedades, se emplearon hojas de campo detalladas como herramienta clave para evaluar múltiples aspectos morfológicos y fisiológicos de las plántulas de tabaco.

La hoja de campo, que es un instrumento estructurado para el registro de información procesal, similar a un cuaderno de notas, pero con un enfoque ampliado y organizado. Se utiliza en estudios de campo y ciencias sociales para recolectar observaciones, datos y eventos relevantes de manera sistemática, utilizando diversas técnicas para comprender la realidad, profundizar en nuevos hechos y facilitar la evaluación posterior. (Valverde Obando, 1992)

Las hojas de campo (Anexo 3, 4 y 5), estas contienen parámetros cuidadosamente seleccionados, que abarcaron características externas como la altura y el grosor del tallo, numero de hojas nuevas

y porcentaje de germinación. Además, se evaluó la biomasa de las plántulas. Estos datos proporcionaron una visión completa del desarrollo y la salud de las plantas bajo los diferentes tratamientos de sustrato.

En conjunto, la combinación de observaciones en campo y mediciones morfológicas detalladas permitieron una evaluación exhaustiva y rigurosa del efecto de los sustratos sobre el cultivo de plántulas de tabaco durante los meses de septiembre-octubre. Este enfoque multidisciplinario garantiza la calidad y la fiabilidad de los datos obtenidos, contribuyendo así al avance del conocimiento en este campo de estudio.

9.8 Procedimiento para análisis de resultados

El proceso de análisis de datos consiste en examinar y transformar datos con el objetivo de extraer información útil, llegar a conclusiones y apoyar la toma de decisiones. Este proceso puede implicar varias etapas, dependiendo del contexto y los objetivos específicos del análisis (Crabtree & Nehme, 2023).

El programa que se utilizó para la organización de los datos fue Excel. Los análisis se procesaron en software INFOSTAT-versión estudiantil y se realizó una prueba de normalidad de datos Shapiro-Wilk, al ser los datos normales se realizó el análisis de varianza para las variables en estudio, para diferenciar los mejores o peores tratamientos, a través de la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de error.

9.9 Confiabilidad de los instrumentos

Para validar los instrumentos de toma de datos se realizó un proceso de experimentación mediante pruebas piloto, con el objetivo de comprobar si los procedimientos descritos en la metodología eran pertinentes, analizando así su confiabilidad.

9.10 Consideraciones éticas

Esta investigación busca contribuir al conocimiento científico sobre el efecto de diferentes sustratos en el cultivo de plántulas de tabaco, con el fin de mejorar las prácticas agrícolas promoviendo un cultivo mucho más eficiente y sostenible. Con los resultados obtenidos no solo se beneficiaron a los productores de tabaco, sino también a la comunidad científica y estudiantil al proporcionar información relevante sobre el manejo del cultivo en condiciones específicas.

Para asegurar el cumplimiento de los principios éticos fundamentales en esta investigación, se implementaron las siguientes medidas:

Consentimiento voluntario: Todos los participantes participaron de manera voluntaria. Siendo informados sobre los objetivos del estudio, respetando su libertad para unirse o retirarse en cualquier momento.

Consentimiento informado: Antes de participar, se proporcionó a todos los participantes la información necesaria para que puedan tomar una decisión. Esto incluye el propósito del estudio, los procedimientos, posibles riesgos y beneficios, así como sus derechos y responsabilidades.

Protección de la privacidad y confidencialidad: Se garantizó la privacidad y confidencialidad de los datos recopilados.

Derecho a terminar la participación: Todos los participantes tenían derecho de abandonar el estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas.

En resumen, esta investigación se llevó a cabo con el más alto nivel de integridad ética, asegurando el respeto y la protección de los derechos y el bienestar de todos los participan

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio está enfocado en el efecto de tres sustratos sobre el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*), Finca Comana, Jalapa durante los meses septiembre-octubre 2024. Para desarrollar esta investigación se realizó un estudio experimental a nivel de semillero donde se estableció la semilla de tabaco de la variedad corajo-2018, donde cada una de las variables a estudiar estuvieron bajo las mismas condiciones en cuanto a tratamiento, condiciones ambientales y cuidado.

10.1 Efecto de tres sustratos sobre el comportamiento agronómico de plántulas de tabaco

10.1.1 Altura de plántulas

La figura 1, muestra la altura de plántulas del cultivo de tabaco, bajo diferentes sustratos. Según el Análisis de Varianza (ANDEVA), existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados ($p<0.0096$), siendo el tratamiento 1 (Turba 100% *sphganum canadiense*), junto al tratamiento 3 (Sustrato alternativo *Lombrihumus* 50% + suelo 25% + aserrín 25%) los que presentaron un mayor efecto en las plántulas el T1 con un promedio 7.33 cm de altura y el T3 con un promedio de 7.04 cm, el tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita) presento el menor promedio con 6.75 cm de altura.

Las plantas del tratamiento 1, mostraron un incremento del 4 y 8% de altura, con respecto a los tratamientos 3 y 2, respectivamente.

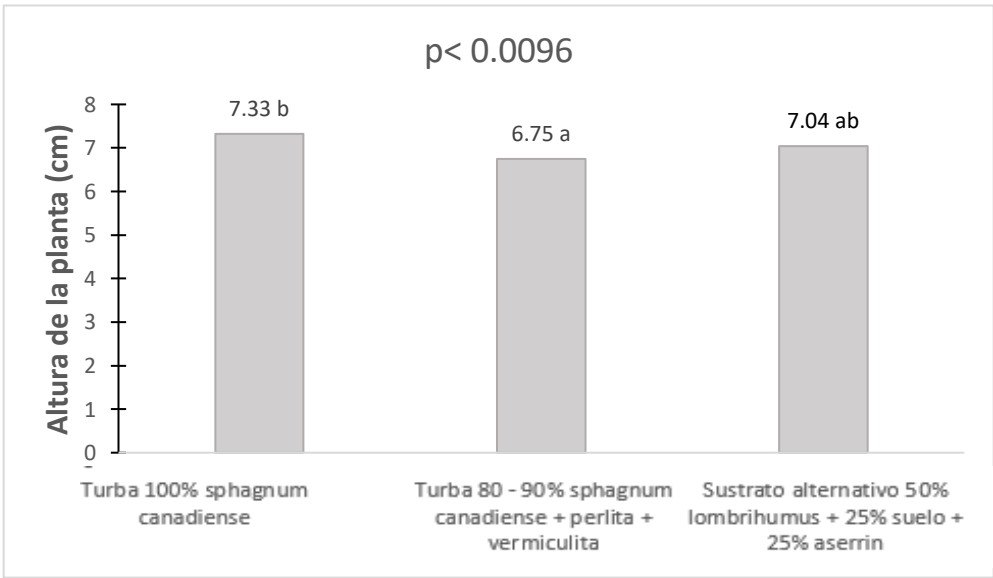


Figura 1 Altura de plántulas

En un estudio realizado por Siézar & González (2022) en la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso de Rivas, en donde se evaluó el efecto de 11 tratamientos (sustratos) a base de lombrihumus, compost, kuntan y Kekkilä con bioactivadores en el cultivo de tomate (*Capsicum annum* L.), se encontró que, los tratamientos con Compost y Lombrihumus, con y sin kuntan, mostraron un crecimiento significativamente superior de las plántulas ($p\leq0,05$), asociado a su mayor contenido de N, P y K, destacándose el compost como el más rico en nutrientes. Tres de los cinco tratamientos más efectivos incluyeron estos sustratos con

bioactivadores, logrando un incremento superior al 82 % respecto al testigo. En contraste, el sustrato Kekkilä y el testigo presentaron los menores valores de NPK y el peor crecimiento. Estos resultados, coinciden con los presentes en este estudio, en el sentido que, el tipo de sustrato, puede incidir en el crecimiento vegetativo del cultivo de tabaco.

En otro estudio realizado por Flores Pastrana (2015) en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia donde se evaluó el desempeño técnico y económico de cuatro tipos de turba como sustrato para semilleros de tabaco (*Nicotiana Tabacum*), observándose que los 3 tratamientos evaluados presentaron un mayor valor de crecimiento, por tanto, superan en condiciones técnicas a la actualmente utilizada en los semilleros tipo pasera de tabaco Turba Pindstrup, utilizada como testigo del estudio, obtuvo un valor 0,19 cm a los 15 DDG, el T2 presentó un mayor valor promedio de altura a los 15 DDG, obteniendo un desarrollo de hasta 32% por encima del tratamiento testigo. Se debe anotar que la primera diferencia encontrada entre los tratamientos del estudio, corresponde al origen de la materia prima utilizada para la preparación de las turbas, encontrando que el T0 y T1, corresponden Turba Rubia Canadiense, mientras que T2 y T3, corresponden a Turba Báltica. Según los datos obtenidos a los 15 DDG, los tratamientos con origen de turba báltica sobrepasaron los valores de rendimiento de las plántulas de tabaco que fueron establecidas con turba canadiense.

10.1.2 Diámetro de tallo

La figura 2, muestra el diámetro de tallo de plántulas del cultivo de tabaco, bajo diferentes sustratos. Según el Análisis de Varianza (ANDEVA), no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados ($p<0.0001$), siendo el tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%), el que tuvo mayor efecto en el diámetro de tallo de las plántulas con un promedio de 1.82 mm de diámetro, seguido por el tratamiento 1 (Turba 100% *sphganum* canadiense) con un promedio de 1.77 mm, y de último el tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita) con un promedio de 1.72 mm.

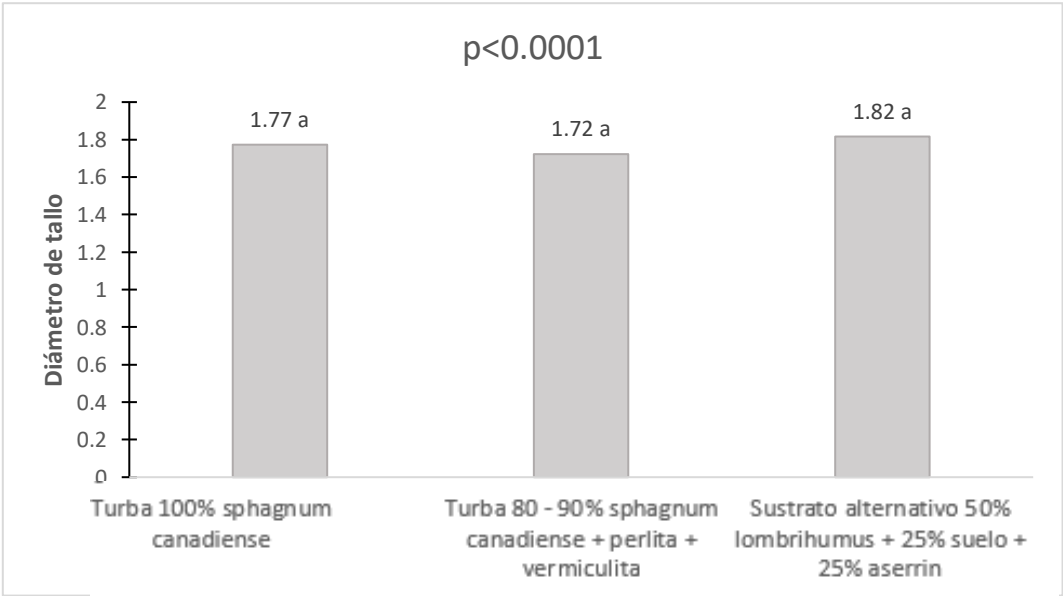


Figura 2 Diámetro del tallo

En un estudio realizado por Valdivieso Martinez (2017) donde se evaluó el crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes sustratos para el mejoramiento su producción en invernadero, concluyó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, registrando un coeficiente de variación de 7.1 por ciento. Las plantas con tallo de mayor diámetro se produjeron en el sustrato comercial BM2 (testigo) y aquel constituido por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost produjeron las plántulas de mayor diámetro del tallo a los 45 días con 7.6 mm, cada uno, estadísticamente superiores a los demás sustratos que registraron diámetros de tallo entre 5.6 y 6.5 milímetros.

En otro estudio realizado en México por Ortega Martinez, Sánchez Olarte, & Díaz Ruiz (2010) evaluaron el efecto de distintos sustratos en el crecimiento de plántulas bajo condiciones de invernadero, destacaron los sustratos lombricomposta, turba y aserrín que significativamente favorecieron un mayor desarrollo del tallo en relación a los demás sustratos. Los tratamientos suelo agrícola y cáscara de maní propiciaron diámetros menores del tallo. De este modo se evidencia que las características de los sustratos aserrín y lombricomposta posibilitaron a las plántulas alcanzar mayor grosor de tallo que es un indicador del estado vigoroso de una plántula.

10.1.3 Numero de hojas emitidas

La figura 3, muestra el promedio de hojas emitidas por las plántulas del cultivo de tabaco, bajo diferentes sustratos. Según el Análisis de Varianza (ANDEVA), no existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados ($p>0.05$). El tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita) obtuvo un promedio de número de hojas de 5.9 hojas por plántula, el tratamiento 1 (Turba 100% *sphagnum canadiense*) con 5.8 hojas, y el tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%) con un promedio de 5.3 hojas

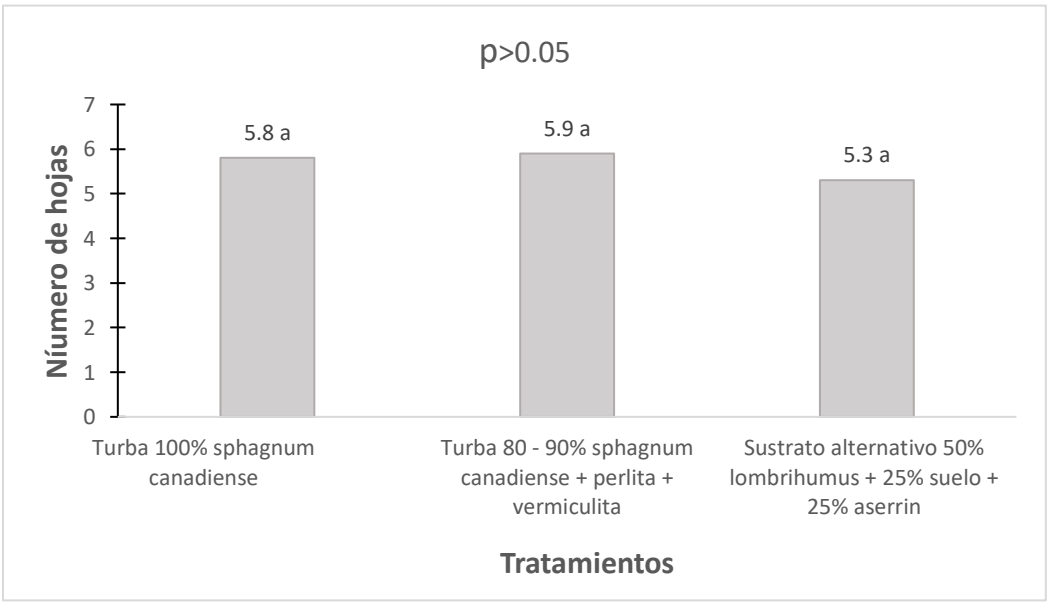


Figura 3 Número de hojas emitidas

Estos resultados difieren con los reflejados en un estudio realizado por Valdivieso Martinez (2017) donde se evaluó el crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes

sustratos para el mejoramiento su producción en invernadero donde de acuerdo al análisis de varianza, los sustratos presentaron alta significancia estadística, siendo de 9.3 % su respectivo coeficiente de variación. En el sustrato comercial BM2 (testigo) se obtuvieron las plantas mayor número de hojas por planta (11.0 hojas), sin diferir estadísticamente del sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost con 10.8 hojas, superiores estadísticamente a los demás que registraron valores entre 7.3 y 8.8 hojas por planta.

En otro estudio realizado por Rivas Pérez y otros (2005) donde se evaluó la influencia de diferentes sustratos en la producción de plántulas de tabaco indicó que las combinaciones de las mezclas de zeolita 25 % + humus de lombriz 75 %, zeolita 25 % + cachaza 75 %, zeolita 50 % + cachaza 50 % y el empleo de humus de lombriz 100 % fueron los más efectivos, los que no mostraron diferencias estadísticas con 6.60 y 5.60 hojas por planta. Los menores valores en este parámetro se obtuvieron con la utilización de zeolita al 100 % y al 75 %, independientemente de cuál fuera el sustrato orgánico empleado. Los demás tratamientos ocuparon posiciones intermedias en la interacción

10.1.4 Producción de Biomasa seca

La figura 4, muestra el porcentaje de biomasa seca de la parte aérea y radicular de las plántulas de tabaco, bajo diferentes sustratos. Según el análisis de Varianza (ANDEVA), no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados ($p>0.05$). Con un promedio de 1.68 gr de peso de raíces y 3.5 gr del follaje correspondientes al tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%), seguido por el tratamiento 1 (Turba 100% *sphganum* canadiense) con un promedio de 1.36 gr de raíces y 3.75 de follaje y por último el tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita), un promedio de 1.24 gr de peso de área radicular y 3.5 de la parte aérea.

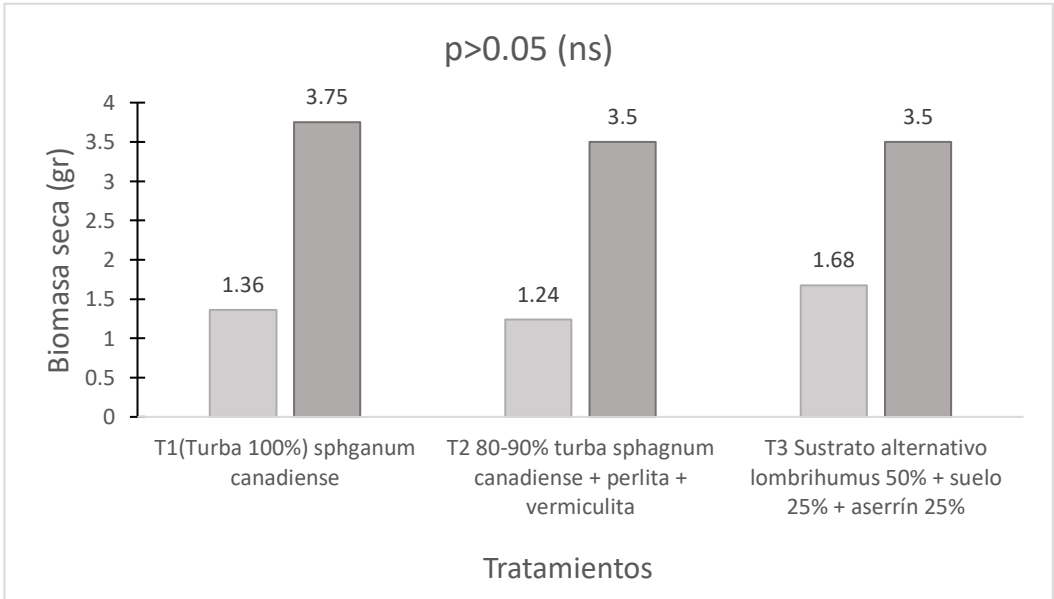


Figura 4 Biomasa aérea y Radicular

Nota: No hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos con respecto a cada una de las variables (Biomasa área y radicular)

En un estudio realizado por Muñoz Jerez (2007) donde se evaluó los sustratos de fibra de coco, vermiculita/corteza de pino compostada y perlita/corteza de pino compostada, en

relación al sustrato tradicional de corteza de pino compostada en forma pura a través de la producción de plántulas para repique de *E. globulus* a raíz cubierta. Dando como resultado que la distribución de peso aéreo y radicular fue diferente en todos los tratamientos, existiendo diferencias altamente significativas para la biomasa aérea, radicular y total, según el análisis de varianza realizado ($P=0,000$). El tratamiento Tver presentó la mayor cantidad de biomasa aérea, radicular y total ($P= 0,26$), mientras que Tcoco corresponde al tratamiento con menor biomasa en sus componentes y, por lo tanto, con menor biomasa total ($P= 0,05$).

En otro estudio realizado en México por Lopez Baltazar y otros (2013) donde se determinaron propiedades físicas, químicas y agronómicas de cuatro sustratos obtenidos de desechos agrícolas utilizados para la producción de plántulas de chile tipo ‘onza’ como una alternativa al uso de sustratos convencionales, en el cual la turba fue el sustrato con el más alto contenido de MO con 72.0 en comparación al resto de los sustratos mientras que la vermicomposta presentó el valor más bajo con 49.7. Por otro lado, el contenido de cenizas en los sustratos alternativos fue el más alto en ambas compostas y su mezcla. El peso seco de hojas incrementó cuando las compostas se usaron como medio de crecimiento. El peso seco del tallo se incrementó con el uso de los sustratos T3 y T4, sin que se observaran diferencias entre T1 y T2. Por el contrario, el peso seco de raíz mostró su mayor valor con el uso de la turba como sustrato.

10.2 Capacidad de retención de agua de cada uno de los sustratos utilizados en el cultivo de tabaco

10.2.1 Capacidad de retención de agua

La figura 5, muestra la capacidad de retención de agua de cada uno de los sustratos utilizados en el cultivo de tabaco, bajo diferentes sustratos, siendo tratamiento 1 (Turba 100% *sphganum canadiense*) el que obtuvo la mayor capacidad de retención de agua con 80%, seguido por el tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum canadiense* + perlita + vermiculita) con un porcentaje de 65% y por último el tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%) con 53%. El T3 demostró menor capacidad de retención de agua con una diferencia de 12 y 27%, con respecto a los tratamientos 1 y 2, respectivamente.

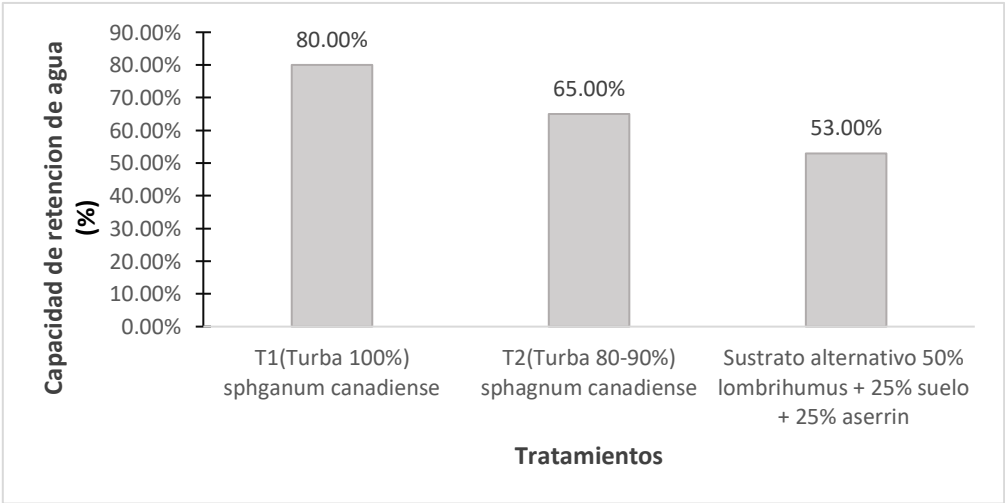


Figura 5 Capacidad de retención de agua

En un estudio realizado en Mexico por Callejas Ruíz y otros (2008) determinaron el efecto de tres sustratos en el establecimiento de la asociación micorrízica de dos cepas de hongos micorrízicos arbusculares (*Glomus mosseae* BEG-25 y *G. mosseae* BEG-132) en noche buena. Donde el sustrato S2 presentó alta capacidad de retención de agua (75 %) y, por lo tanto, baja capacidad de aireación (1.1 %). En el caso del S3 (tezontle) presentó baja capacidad de retención de agua (27.1 %) y buena capacidad de aireación (22.4 %). Estos factores no favorecieron la micorrización y el desarrollo radical.

10.2.2 Porosidad total

La figura 6, muestra la porosidad total de los sustratos utilizados en el cultivo de plántulas de tabaco siendo el tratamiento 2 (Turba 80-90% *sphagnum* canadiense + perlita + vermiculita) el que tuvo mayor espacio poroso total 85% lo que permitió tener una capacidad media de retención de agua, seguido por el tratamiento 1 (Turba 100% *sphagnum* canadiense) con 80%, y de último el tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%) con 75% esto debido a los componentes y tamaños de las partículas que conforman el sustrato.

El tratamiento 2, mostro un incremento del 5 y 10% de porosidad total, con respecto a los tratamientos 1 y 3, respectivamente

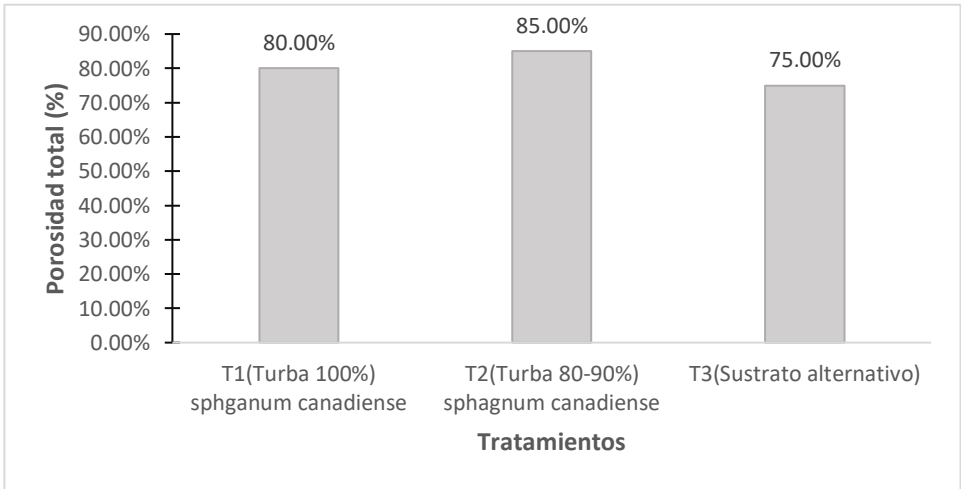


Figura 6 Porosidad total del sustrato

En un estudio realizado por López (2016) la porosidad (EPT) fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en el testigo (95%), seguido de FC+CPC (93%). Los valores mínimos y máximos de EPT oscilaron entre 65%(RVC+PV) y FC+PE), respectivamente. Los valores inferiores con diferencia significativa ($p < 0,05$), se obtuvieron en los sustratos RVC+PV (65%) y CPC+PV (69%), siendo las mezclas con mayor densidad aparente y contenido de humedades bajas.

10.3 Incidencia de enfermedades

La figura 7, muestra la incidencia de enfermedades de plántulas del cultivo de tabaco, bajo diferentes sustratos donde se evidenciaron afectaciones por *phytophthora nicotianae* siendo el tratamiento 3 (Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%) el que obtuvo el mayor porcentaje de incidencia de enfermedades con 3.82% seguido por el tratamiento 1 (Turba 100% *sphagnum* canadiense) con 2.29%.

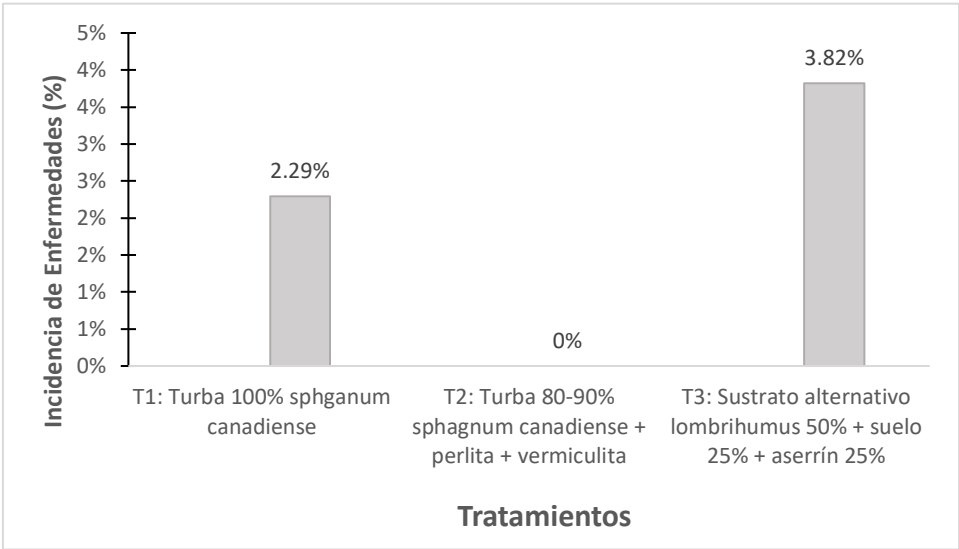


Figura 7 Incidencia de enfermedades

En un estudio realizado por García Obando & Amador Rostrán (2008) donde compararon un sustrato esterilizado artesanalmente con tres sustratos utilizados por productores de plántulas hortícolas en León y Chinandega durante el período de julio a diciembre 2008 donde en Finca El Manzano, El Viejo, Chinandega se observó incidencia de mal del talluelo en niveles de 0.02% en T1 y 0.19% en el sustrato esterilizado, en Finca Las Mercedes Quezalaguaque, León: se observó incidencia de mal del talluelo obteniendo el T1 0.16% de plantas con cuello necrosado y 0% en el sustrato esterilizado y Campus Agropecuario, UNAN-León: se observó incidencia de mal del talluelo presentando un nivel de T1 1% y un 0.33 % en el sustrato esterilizado concluyendo que no se obtuvieron datos concluyentes, o que determina que no existe diferencia significativa entre los sustratos evaluados.

XI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que el tipo de sustrato influye significativamente en el comportamiento agronómico de las plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*). En términos de crecimiento vegetativo, el tratamiento con turba 100% *sphagnum* canadiense (T1) mostró la mayor altura de plántulas, mientras que el sustrato alternativo T3 (lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%) favoreció un mayor diámetro de tallo, indicando que la composición del sustrato afecta el desarrollo estructural de las plantas. En cuanto a la emisión de hojas, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que significa que este parámetro es menos sensible a la variación en los sustratos utilizados.

Respecto a la porosidad total y la capacidad de retención de agua, el tratamiento con turba y perlita (T2) presentó la mayor porosidad (85%), lo que favorece un adecuado intercambio gaseoso en la zona radicular, mientras que la turba 100% *sphagnum* canadiense (T1) mostró la mayor capacidad de retención de agua (80%). En contraste, el sustrato alternativo (T3) presentó menor capacidad de retención de agua y menor porosidad, lo que podría afectar la disponibilidad de humedad y oxígeno en el suelo.

En términos de sanidad vegetal, se observó que la incidencia de enfermedades varía entre los tratamientos, por lo que se recomienda estudiar a fondo las condiciones en las que se establece el cultivo y realizar un examen en laboratorio para determinar las causas que provocan la incidencia.

En general, los resultados demuestran que el sustrato con turba pura (T1) es más favorable para el crecimiento en altura y la retención de agua, mientras que el sustrato alternativo (T3) promueve un mayor desarrollo del tallo. Estos hallazgos son relevantes para la selección del sustrato más adecuado en la producción de plántulas de tabaco, dependiendo de los objetivos específicos de los productores.

XII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el sustrato de turba 100% *sphagnum* canadiense (T1) cuando el objetivo sea maximizar la altura de las plántulas y mejorar la retención de agua en el semillero.

Para fortalecer el tallo de las plántulas y mejorar su resistencia, se sugiere el uso del sustrato alternativo T3 (lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%), ya que mostró el mayor diámetro de tallo.

Se recomienda considerar la turba con perlita y vermiculita (T2) para mejorar la porosidad del sustrato y favorecer la aireación radicular, evitando problemas de compactación y anoxia en las raíces.

Dado que la capacidad de retención de agua varía entre los tratamientos, es importante ajustar el riego de acuerdo con el sustrato utilizado, evitando el exceso de humedad que pueda favorecer el desarrollo de enfermedades.

Se sugiere realizar un análisis económico para determinar la viabilidad del uso de cada sustrato en función de su costo y disponibilidad en la zona de producción.

Es recomendable profundizar en estudios que analicen el efecto de los sustratos a largo plazo, su impacto en la productividad del cultivo y su influencia en la calidad de las hojas de tabaco después del trasplante.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Delgado Loor, E. V. (2019). *Universidad técnica de Babahoyo*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6466/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000171.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz Jerez , Z. D. (2007). *cybertesis.uach.cl*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifm9711c/sources/fifm9711c.pdf>
- Alvarado, M. A., & Solano, J. A. (Noviembre de 2002). *es.scribd.com*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/551959962/Produccion-de-Sustratos-Para-Viveros>
- Blanco Valdés, Y. (09 de septiembre de 2019). *Redalyc.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193263189009/html/>
- Callejas Ruíz, B. A., Castillo González, A. M., Colinas León, M. T., González Chávez, M. D., Pineda Pineda, J., & Valdez Aguilar, L. A. (2008). *scielo.org.mx*. Obtenido de [scielo.org.mx: https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n1/v15n1a9.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n1/v15n1a9.pdf)
- Campos y Covarrubias , G., & Lule Martínez, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, VII(13), 45-60. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>
- Castro Hurtado, J. C. (2021). Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10267/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000337.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crabtree, M., & Nehme, A. (Julio de 2023). *datacamp*. Obtenido de <https://www.datacamp.com/blog/what-is-data-analysis-expert-guide>
- Cruz Crespo, E., Can Chulim, A., Sandoval Villa, M., Bugarín Montoya , R., Robles Bermúdez , A., & Juárez López, P. (Enero de 2013). *Repositorio Institucional Aramara*. (R. B. Ciencias, Ed.) Obtenido de <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/719>
- Flores Pastrana, H. (30 de Abril de 2015). *Repositorio Institucional UNAD*. Obtenido de Repositorio Institucional UNAD: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3409>
- García Obando , J. T., & Amador Rostrán, N. A. (Diciembre de 2008). *riul.unanleon.edu.ni*. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1514/1/217317.pdf>
- García Roa, F. (1994). *Instituto Colombiano Agropecuario*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1795>
- Gonzales , J., & Gurdíán , W. (Julio de 1998). *Biblioteca digital zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ed435b7f-76d8-46c9-9298-cd8aa0053123/content>

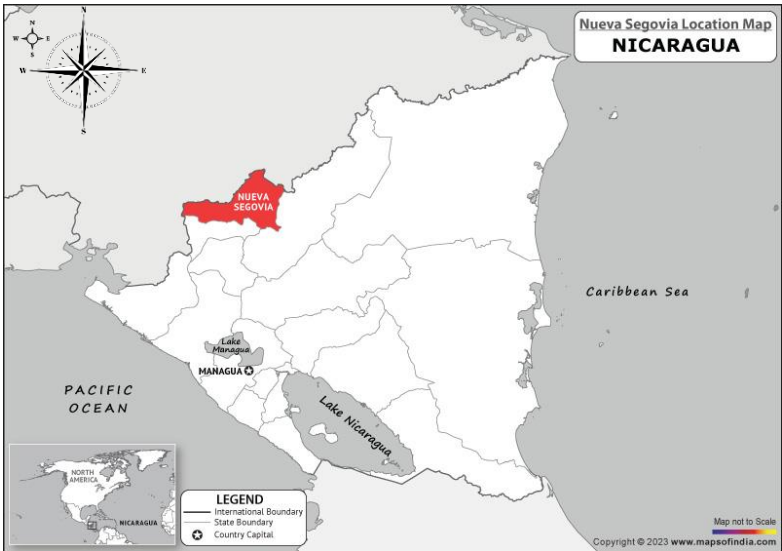
- Google Maps. (s.f.). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/La+Mia/@13.8447866,-86.1614542,16.5z/data=!4m6!3m5!1s0x8f6de770f82701f3:0x9a1ab7fa9b9661fb!8m2!3d13.8452412!4d-86.1560989!16s%2Fg%2F1tf58z0y?entry=ttu>
- Grow Family Of Substrates . (2010). *fonag.org.ec*. Obtenido de <https://cultivandoorganico Peru.blogspot.com/2018/07/manual-para-elaborar-y-aplicar-abonos-y.html>
- Guato Jiménez , L. J. (21 de Marzo de 2014). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/3307>
- Huertas , L. (2007). *Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2007_203_44_47.pdf
- Instituto Nacional de Semillas. (17 de Agosto de 2018). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/4-_mercosur_control_retencion_de_agua_rev.01.pdf
- Jiménez Martínez, E., & Rodríguez Flores, O. (2014). *Repositorio Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2700>
- Lambert. (s.f.). *Lambert Peat Moss Biblioteca*. Obtenido de <https://lambertpeatmoss.com/es/biblioteca-lambert/>
- Lawrence H, K. P. (1991). *Internet archive*. Obtenido de <https://archive.org/details/environmentalsam0000keit/mode/1up>
- Lopez Baltazar , J., Mendez Artemio , M., Pliego Marin, L., Aragon Robles , E., & Robles Martinez, M. L. (Agosto de 2013). Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annuum*) en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, IV*.
- López, G. (2016). *dialnet.unirioja.es*. Obtenido de [dialnet.unirioja.es: https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=123552](https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=123552)
- Maps of india. (2013). *Mapsofindia*. Obtenido de <https://www.mapsofindia.com/world-map/nicaragua/nueva-segovia/location-map.html>
- Martínez, P., & Roca, D. (2011). *ReDivia Repositorio digital de l'Institut Valencia d'Investigacions Agraries*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11939/3894>
- Ministerio Agropecuario . (2022). *Ministerio Agropecuario*.
- Mosquera, B. (2010). *fonag.org.ec*. Obtenido de <https://cultivandoorganico Peru.blogspot.com/2018/07/manual-para-elaborar-y-aplicar-abonos-y.html>

- Municipios de Nicaragua. (s.f.). *municipio.co.ni*. Obtenido de <https://www.municipio.co.ni/municipio-jalapa.html>
- Ortega Martinez, L. D., Sánchez Olarte, J., & Díaz Ruiz, R. (2010). *aximhai.uaim*. Obtenido de [raximhai.uaim.edu.mx: https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/1094/1041](https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/1094/1041)
- Ortíz Rodríguez , R. A. (Septiembre de 2005). *Repositorio Universidad Nacional Agraria*.
- Otero Ortega , A. (s.f.). *researchgate.net*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf
- Otero Ortega, A. (s.f.). *researchgate.net*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf
- Pire, R., & Pereira, A. (enero de 2003). *redalcy.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Pire, R., & Pereira, A. (1 de Enero de 2003). *redalyc.org*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/857/85715107.pdf>
- Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos. (s.f.). *Ministerio de Agricultura y Ganadería Costa Rica*. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1599.pdf>
- Rivas Pérez , F., Ruz Reyes, R., Batista Licea, E., Santiago Suárez, R., & Leyva Gómez, H. (octubre - diciembre de 2005). Evaluación de sustratos para la producción de posturas de tabaco en condiciones de casa de cultivo. *Centro Agrícola*. Obtenido de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V32-Numero_4/cag074051452.pdf
- Rivas Pérez, F., Ruz Reyes, R., Batista Licea, E., Suárez, R. S., & Leyva Gómez, H. (2005). *Revista Centro Agrícola*. Obtenido de http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V32-Numero_4/cag074051452.pdf
- Rivera Martínez, Y. M., & Rodríguez González, J. L. (Noviembre de 2020). *Repositorio Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda*. Obtenido de <http://repositorio.unflep.edu.ni/73/1/D0012-2020.pdf>
- Sánchez Pérez , C. (19 de Septiembre de 2014). *Universidad de Almería*. Obtenido de <https://repositorio.ual.es/handle/10835/3401>
- Siézar, M. M., & González, M. Á. (2022). Efecto de sustratos y bioactivadores de crecimiento en plántulas de *Capsicum annuum* L. en invernadero. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, 11(44), 95–119. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v11i44.15690>

- Valdivieso Martínez , O. E. (2017). *Repositorio Universidad Tecnica Estatal de Quevedo*.
Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/553285d5-1fc7-45dc-9709-9418f0e540f1>
- Valdivieso Martinez , O. E. (2017). *Repositorio utq*. Obtenido de repositorio.uteq.edu.ec:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0c91d9a8-c408-4906-b116-6d8306e8ebcc/content>
- Valverde Obando, L. A. (1992). El diario de campo. *Trabajo Social*, 308-318. Obtenido de
<https://www.binasss.sa.cr/revistas/ts/v18n391993/art1.pdf>
- Vega, A., Maguiña, J., Soto, A., Valdivia, J. L., & Correa López, L. E. (Enero de 2021).
Scielo.org. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2308-05312021000100179&script=sci_arttext

XIV. ANEXOS

Anexo 1 Macro Localización



Fuente: (Municipios de Nicaragua, s.f.)

Anexo 2 Micro Localización



Fuente: (Google Maps, s.f.)

Anexo 3 Hoja de campo

			Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3			Repetición 4		
Fecha	Tratamiento	N°	Diámetro de tallo (mm)	Altura de plántula (cm)	Germinación (%)	Diámetro de tallo (mm)	Altura de plántula (cm)	Germinación (%)	Diámetro de tallo (mm)	Altura de plántula (cm)	Germinación (%)	Diámetro de tallo (mm)	Altura de plántula (cm)	Germinación (%)
		1												
		2												
		3												
		4												
		5												
		6												
		7												
		8												
		9												
		10												
		11												
		12												
		13												
		14												
		15												
		16												
		17												
		18												
		19												
		20												

Anexo 4 Hoja de campo para observaciones

Tratamientos	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4
T1: Turba 100% <i>sphganum</i> canadiense				
T2: Turba 80-90% <i>sphagnum</i> canadiense + perlita + vermiculita				
T3: Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%				

Anexo 5 Hoja de campo

Tratamiento	Repetición 1		Repetición 2		Repetición 3		Repetición 4	
	Peso de raíces	Peso de tallo y hojas	Peso de raíces	Peso de tallo y hojas	Peso de raíces	Peso de tallo y hojas	Peso de raíces	Peso de tallo y hojas
T1: Turba 100% <i>sphganum</i> canadiense								
T2: Turba 80-90% <i>sphagnum</i> canadiense + perlita + vermiculita								
T3: Sustrato alternativo lombrihumus 50% + suelo 25% + aserrín 25%								

Anexo 6 Análisis Estadístico

Prueba de Normalidad - Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Diámetro	72	1.77	0.73	0.89	<0.0001
Altura	72	7.04	4.82	0.85	<0.0001

Análisis de Varianza de Diámetro del tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro	72	0.97	0.96	8.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36.92	17	2.17	102.39	<0.0001
Tratamiento	0.11	2	0.05	2.51	0.0905
Fecha	36.61	5	7.32	345.26	<0.0001
Tratamiento*Fecha	0.20	10	0.02	0.93	0.5108
Error	1.15	54	0.02		
Total	38.06	71			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10132

Error: 0.0212 gl: 54

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	1.72	24	0.03
1	1.77	24	0.03
3	1.82	24	0.03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de Varianza para Altura de la planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	72	0.99	0.98	8.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1629.87	17	95.87	242.01	<0.0001
Tratamiento	4.02	2	2.01	5.07	0.0096
Fecha	1620.54	5	324.11	818.14	<0.0001
Tratamiento*Fecha	5.32	10	0.53	1.34	0.2328
Error	21.39	54	0.40		
Total	1651.27	71			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43788

Error: 0.3962 gl: 54

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	6.75	24	0.13 A
3	7.04	24	0.13 A B
1	7.33	24	0.13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza para Biomasa

Peso seco Raiz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco Raiz	12	0.41	0.28	17.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.41	2	0.20	3.15	0.0921
Tratamientos	0.41	2	0.20	3.15	0.0921
Error	0.58	9	0.06		
Total	0.99	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.50172

Error: 0.0646 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2 80-90% turba sphagnum c..	1.24	4	0.13 A
T1(Turba 100%) sphganum ca..	1.36	4	0.13 A
T3 Sustrato alternativo lo..	1.68	4	0.13 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso seco Aérea

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco Aérea	12	0.06	0.00	15.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.17	2	0.08	0.27	0.7674
Tratamientos	0.17	2	0.08	0.27	0.7674
Error	2.75	9	0.31		
Total	2.92	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09131

Error: 0.3056 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T3 Sustrato alternativo lo..	3.50	4	0.28 A
T2 80-90% turba sphagnum c..	3.50	4	0.28 A
T1(Turba 100%) sphganum ca..	3.75	4	0.28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7 Presupuesto

No	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Total (C\$)	Total (USD)
1	Turba <i>sphagnum</i> canadiense 100%	Litros	1	C\$1,737.00	C\$1,737.00	\$48.00
2	Turba <i>sphagnum</i> canadiense 80 - 90% + perlita + vermiculita	Litros	1	C\$1,737.00	C\$1,737.00	\$48.00
3	Semilla de tabaco	Libra	1	C\$ 364	C\$364	\$10
4	Bandejas	Unidad	48	C\$64.00	C\$3,072.00	\$84.86
5	Análisis en laboratorio	Unidad	12	C\$120.00	C\$1,440.00	\$39.77
6	Servicio de refrigerio	Unidad	10	C\$140.00	C\$1,400.00	\$38.60
7	Transporte Inter local	Viajes	6	C\$150.00	C\$900.00	\$24.86
8	Servicio de taxi	Viajes	4	C\$30.00	C\$120.00	\$3.31
9	Internet	Unidad	1	C\$1,465.00	C\$1,465.00	\$40.46
10	Empastado	Unidad	1	C\$700.00	C\$700.00	\$19.33
11	Engargolado	Unidad	6	C\$70.00	C\$420.00	\$11.60
12	Impresiones	Unidad	6	C\$8.00	C\$48.00	\$1.32
13	Papel bond	Unidad	2	C\$170.00	C\$340.00	\$9.39
14	Marcadores	Unidad	12	C\$20.00	C\$240.00	\$6.63
15	Cuadernos	Unidad	12	C\$140.00	C\$1,680.00	\$46.40
16	Lapiceros	Unidad	6	C\$23.00	C\$138.00	\$3.81
17	Fotocopias	Unidad	200	C\$3.00	C\$600.00	\$16.57
Total					C\$16,401	\$452.91

Anexo 8 Galería de fotos



Ilustración 2. Llenado de bandejas con sustrato



Ilustración 1. Toma semanal de datos



Ilustración 3. Afectación por hongo en sustrato



Ilustración 4. Establecimiento del experimento



Ilustración 8. Afectación por hongo en plántulas



Ilustración 7. Plántula de tabaco 45 días después de germinación



Ilustración 6. Preparación de muestras para envío a laboratorio



Ilustración 5. Sistema radicular de plántula de tabaco a 45 días después del trasplante



Ilustración 12. Toma final de datos



Ilustración 11. Toma semanal de datos



Ilustración 10. Toma final de datos



Ilustración 9. Pesado y preparación de muestras