



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
Previo a la Obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación:

“Comportamiento agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*)
sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero”

Autor:

Oscar Efrén Valdivieso Martínez

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Ludvik Leonardo Amores Puyutaxi

Quevedo – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Oscar Efrén Valdivieso Martínez**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Oscar Efrén Valdivieso Martínez
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Ludvik Leonardo Amores Puyutaxi**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Oscar Efrén Valdivieso Martínez**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Comportamiento agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Ludvik Leonardo Amores Puyutaxi
Director del Proyecto de Investigación

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

	
Documento	Proy. Inv. Valdivieso 30-03-2017.docx (D26893255)
Presentado	2017-03-30 14:58 (-05:00)
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	Proy. Inv. Valdivieso 30-03-2017 Mostrar el mensaje completo
9% de esta aprox. 22 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.	

	
Urkund Analysis Result	
Analysed Document:	Proy. Inv. Valdivieso 30-03-2017.docx (D26893255)
Submitted:	2017-03-30 21:58:00
Submitted By:	rgaibor@uteq.edu.ec
Significance:	9 %
Sources included in the report:	
PROY. INV. VALDIVIEZO 10.03.17.docx (D26314656)	
proyecto-marco-teorico-pitahaya.docx (D17623230)	
https://es.wikipedia.org/wiki/Bokashi	
Instances where selected sources appear:	
7	

Ing. Ludvik Leonardo Amores Puyutaxi
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Comportamiento agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

Oscar Efrén Valdivieso Martínez

Aprobado por:

Ing. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera

Presidente del Tribunal

Ing. M. Sc. Luis Llerena Ramos

Miembro del Tribunal

Ing. M. Sc. César Varas Maenza

Miembro del Tribunal

Quevedo – Ecuador

2017

AGRADECIMIENTO

A Dios creador de todo por bendecir mi camino y haberme permitido llegar a culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

A mis padres por inculcar en mí el deseo de superación personal y profesional, motivándome a ser una mejor persona cada día.

A mi hermano por apoyarme en cada una de las metas que me he trazado.

A mi novia por su constante voz de aliento ante cualquier dificultad.

Al Ing. Ludvik Amores Puyutaxi, Director del Proyecto de Investigación por sus sugerencias en la realización del proyecto.

A los demás docentes de la UTEQ por los conocimientos impartidos en mí, para ser un buen profesional.

Oscar Valdivieso

DEDICATORIA

A Dios por la oportunidad de la vida.

A mi madre, la Sra. Melva Martínez Estrella y mi padre el Sr. Cesar Valdivieso, por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mi hermano, César Valdivieso Martínez por sus constantes consejos a lo largo de mi vida.

A mi novia, Adriana Gallardo Loor por su cariño, compañía y comprensión.

Oscar Valdivieso

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el desarrollo y crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes sustratos. El ensayo se efectuó en la Hacienda “ECUACAPA S.A.”, ubicada en el Km 2.5 de la vía Valencia – San Pablo, provincia de Los Ríos, bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. Se evaluaron cinco sustratos: 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, 60% tierra de huerto + 25% aserrín fino + 10% humus de lombriz + 5% de arena fina, 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco, 60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz y el sustrato comercial BM2 (70-80% turba estagno fina, perlita fina y vermiculita fina). Con base a los resultados obtenidos se determinó que 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 diferencias significativas con el sustrato comercial BM2 (96.0%), con valores que oscilaron desde 95.0 a 95.8%. El desarrollo radicular fue mayor en el sustrato comercial BM2 observándose raíces con longitud promedio de 10.3 cm, sin embargo, aquel conformado por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost fue semejante permitiendo raíces de apenas 0.3 cm por debajo del sustrato BM2. El diámetro del tallo fue similar tanto en el sustrato comercial BM2 así como en aquel de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, con un promedio de 7.6 mm, sin embargo en cuanto a la altura de plantas el primero mostró plantas con 23.9 cm de altura, superando al segundo en apenas 0.8 cm. La emisión de hojas fue mayor en el sustrato comercial BM2 demostrando la generación de 11 hojas, superando en apenas 0.2 a los valores registrados en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost. El beneficio económico fue mayor en el sustrato 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco permitiendo una rentabilidad 222%, sin embargo por las características de las plantas obtenidas en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, este último adquiere mayor importancia ya que la rentabilidad no fue muy diferente con 220%.

Palabras Claves: cultivo de tabaco, sustratos, agricultura alternativa

SUMMARY

The present study was carried out with the purpose of evaluating the development and growth of the tobacco seedlings planted in different substrates for the improvement of their production in greenhouse. The trial was carried out at the "ECUACAPA S.A." Hacienda, located at Km 2.5 of the Valencia - San Pablo road, Los Ríos province, under a completely randomized design with five treatments in four replicates. Five substrates were evaluated: 70% orchard soil + 20% rice husk + 10% compost, 60% orchard soil + 25% fine sawdust + 10% worm humus + 5% fine sand, 70% 10% fine sawdust + 10% rice husk + 10% coconut fiber, 60% orchard soil + 15% sand + 20% chicken manure + 5% rice husk and commercial BM2 substrate (70-80% Peat stagno fine, fine perlite and fine vermiculite). Based on the results obtained it was pointed out that the substrates under study, with the exception of 70% of orchard land + 10% fine sawdust + 10% of rice husk + 10% of coconut fiber with a germination percentage of 92.5 %, Did not present a significant difference with the BM2 commercial substrate (96.0%), with values ranging from 95.0 to 95.8%. The root development was higher in the BM2 commercial substratum, with roots with an average length of 10.3 cm. However, that one made up of 70% orchard land + 20% rice husk + 10% compost was similar allowing roots of only 2.91% Below the BM2 substrate. The diameter of the stem was similar in both the BM2 commercial substrate as well as in that of 70% orchard soil + 20% rice husk + 10% compost, with an average of 7.6 mm, however in terms of The height of plants the first showed plants with 23.9 cm of height, surpassing the second in barely a 3.35%. The leaf emission was higher in the commercial substrate BM2, showing the generation of 11 leaves, surpassing in only 1.82% the values registered in the substrate of 70% orchard land + 20% rice husk + 10% compost. The economic benefit was higher in the substrate 70% orchard soil + 10% fine sawdust + 10% rice husk + 10% coconut fiber allowing a 222% yield, however due to the characteristics of the plants obtained in the substrate Of 70% orchard land + 20% rice husk + 10% compost, the latter becomes more important since the yield was not very different with 220%.

Keywords: tobacco cultivation, substrates, alternative agriculture

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	Página
Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria	vii
Resumen	viii
Summary	ix
Tabla de Contenido	x
Índice de Tablas	xiv
Índice de Anexos	xv
Código Dublín	xvi
Introducción.....	1
CAPITULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Problema de investigación.....	3
1.2.1 Planteamiento del problema	3
1.2.2 Formulación del problema	3
1.2.3 Sistematización del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación	4
	x

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1 Marco Teórico.....	6
2.1.1 Generalidades del cultivo de tabaco	6
2.1.1.1 Origen	6
2.1.1.2 Clasificación taxonómica.....	6
2.1.1.3 Plagas y enfermedades del cultivo de tabaco.....	7
2.1.2 Uso de sustratos en la agricultura	8
2.1.2.1 Mezcla de sustratos	12
2.1.3 Gallinaza	12
2.1.4 Cascarilla de arroz	15
2.1.5 Fibra de coco	16
2.1.6 Aserrín.....	18
2.1.7 Humus de lombriz.....	19
2.1.8 Compost	20
2.1.9 Tierra de huerto o negra	21
2.1.10 Arena utilizada como sustrato.....	21
2.1.11 Sustrato BM2	23
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1 Localización de la investigación.....	25
3.2 Tipo de investigación	25
3.3 Métodos de investigación	25
3.4 Fuentes de recolección de la información	25
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	26
3.6 Instrumentos de investigación	26
3.6.1 Tratamientos estudiados.....	26

3.6.2 Material genético	27
3.6.3 Especificaciones del experimento.....	27
3.6.4 Manejo del experimento.....	27
3.6.4.1 Preparación de los sustratos.....	27
3.6.4.2 Desinfección del sustrato.....	27
3.6.4.3 Siembra.....	28
3.6.4.4 Control de malezas	28
3.6.4.5 Control de plagas y enfermedades	28
3.6.4.6 Fertilización	28
3.6.4.7 Riego.....	29
3.6.5 Datos registrados y formas de evaluación.....	29
3.6.5.1 Porcentaje de emergencia	29
3.6.5.2 Altura de plantas (cm)	29
3.6.5.3 Diámetro del tallo (mm)	29
3.6.5.4 Emisión de hojas	30
3.6.5.5 Longitud de raíz (cm)	30
3.6.5.6 Análisis económico	30
3.7 Recursos humanos y materiales.....	30
3.6.6 Recursos humanos	30
3.6.7 Recursos materiales	30
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Resultados.....	33
4.1.1 Porcentaje de emergencia.....	33
4.1.2 Altura de planta a los 45 días (cm)	34
4.1.3 Diámetro del tallo a los 45 días (mm).....	35

4.1.4 Longitud de raíz a los 45 días (cm).....	36
4.1.5 Número de hojas por planta.....	37
4.1.6 Análisis económico.....	37
4.2 Discusión	39
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
5.1 Conclusiones.....	42
5.2 Recomendaciones	43
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFÍA	44
6.1 Literatura citada	45
CAPÍTULO VII: ANEXOS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica del tabaco	6
Tabla 2.	Características climáticas del sitio experimental	25
Tabla 3.	Esquema del ADEVA del experimento.....	26
Tabla 4.	Descripción de los tratamientos estudiados.....	26
Tabla 5.	Descripción de los controles fitosanitarios realizados	28
Tabla 6.	Descripción de las fertilizaciones realizadas a las plántulas.....	29
Tabla 7.	Porcentaje de emergencia del cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero	33
Tabla 8.	Altura de plantas a los 45 días (cm) en el cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero	34
Tabla 9.	Diámetro del tallo a los 45 días (mm) cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero	35
Tabla 10.	Longitud de raíz a los 45 días (cm) cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero	36
Tabla 11.	Número de hojas por planta en el cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero	37
Tabla 12.	Análisis económico en el cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable porcentaje de emergencia	50
Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 45 días (cm)	50
Anexo 3. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 45 días (mm)	50
Anexo 4. Análisis de varianza de la variable longitud de la raíz a los 45 días (cm)	50
Anexo 5. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta	50
Anexo 6. Sustrato 4 (60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz)	51
Anexo 7. Cascarilla de arroz utilizada para los sustratos.....	51
Anexo 8. Aserrín utilizado para los sustratos.....	52
Anexo 9. Tierra de huerto utilizado para los sustratos.....	52
Anexo 10. Mezcla de materiales para sustratos	53
Anexo 11. Vitavax y Nakar 20 utilizados en la desinfección de los sustratos.....	53
Anexo 12. Llenado de bandejas germinadoras con sustrato	54
Anexo 13. Bandejas germinadoras con plástico para facilitar la emergencia.....	54
Anexo 14. Plántulas de tabaco a los 12 días después de la siembra.....	55
Anexo 15. Plántulas de tabaco a los 30 días después de la siembra.....	55
Anexo 16. Evaluación de la longitud de raíces (cm) a los 45 días	56
Anexo 17. Conteo de número de hojas por planta a los 45 días.....	56

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Comportamiento agronómico del cultivo de tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero
Autor:	Oscar Efrén Valdivieso Martínez
Palabras clave:	cultivo de tabaco, sustratos, agricultura alternativa
Resumen:	El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el desarrollo y crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes sustratos para el mejoramiento su producción en invernadero. El ensayo se efectuó en la Hacienda “ECUACAPA S.A.”, ubicada en el Km 2.5 de la vía Valencia – San Pablo, provincia de Los Ríos, bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos en cuatro repeticiones. Se evaluaron cinco sustratos: 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, 60% tierra de huerto + 25% aserrín fino + 10% humus de lombriz + 5% de arena fina, 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco, 60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz y el sustrato comercial BM2 (70-80% turba estagno fina, perlita fina y vermiculita fina). Con base a los resultados obtenidos se puntualizó que 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 BM2 (96.0%), con valores que oscilaron desde 95.0 a 95.8%. El desarrollo radicular fue mayor en el sustrato comercial BM2 observándose raíces con longitud promedio de 10.3 cm, sin embargo, aquel conformado por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost fue semejante permitiendo raíces de apenas un 2.91% por debajo del sustrato BM2. El diámetro del tallo fue similar tanto en el sustrato comercial BM2 así como en aquel de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, con un promedio de 7.6 mm, sin embargo en cuanto a la altura de plantas el primero mostró plantas con 23.9 cm de altura, superando al segundo en apenas un 3.35%. La emisión de hojas fue mayor en el sustrato comercial BM2 demostrando la generación de 11 hojas, superando en apenas 1.82% a los valores registrados en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost. El beneficio económico fue mayor en el sustrato 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco permitiendo una rentabilidad 222%, sin embargo por las características de las plantas obtenidas en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, este último adquiere mayor importancia ya que la rentabilidad no fue muy diferente con 220%.
Descripción:	
URL	

INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas es un procedimiento de vital importancia para lograr éxito en el cultivo, ya que este es afectado por la calidad de la planta que se lleve a campo, por lo que actualmente se busca introducir nuevos sustratos alternativos a los tradicionalmente más utilizados, que sean reutilizables, reciclables y que no tengan su origen en fuentes no renovables como las turberas.

Los sustratos hacen las veces de sostén para la mayoría de plantas en su etapa inicial, sin embargo, la variedad de sustratos existentes en el mercado es abundante, tanto así que depende hasta de la imaginación del cultivador y del tipo de planta a cultivar. El sustrato, muchas veces es uno de los aspectos que menos se toma en cuenta al momento de cultivar sin percatarse que constituye la base fundamental para el establecimiento y crecimiento de las plántulas, siendo un aspecto esencial dado que es allí donde se establecerá el crecimiento radicular y constituirá el medio de fijación que la sustentará por algún tiempo (Guato, 2014).

Existen diferentes materiales que pueden utilizarse ya sea solos o en mezclas para sustratos, sin embargo, no todos logran una respuesta positiva en el desarrollo de las plántulas, por lo que es importante la evaluación de estos, antes de llevarlos a la práctica común o recomendarlos. Es con dichas evaluaciones que se tiene información sobre el efecto de estos sustratos sobre la producción de plántulas, que, al producir una buena respuesta, será la base para la obtención de plantas con buenas características de vigor, y que se adapten fácilmente a las condiciones de campo abierto, asegurando de esta manera su desarrollo y rendimiento, a fin de evitar efectuar inversiones innecesarias.

La utilización de restos de materiales que se usan en la vida cotidiana, para elaborar bioinsumos agrícolas en una práctica que cada vez tiene mayor relevancia en los sistemas de producción agrícola, ya que permiten un aprovechamiento de materias primas que en muchas ocasiones son desechadas, sin considerar que estos al ser utilizados en sustratos pueden aportar diferentes propiedades a los mismos, ayudando de este modo al desarrollo de las plántulas. Además, al usar estos sustratos elaborados a partir de mezclas, son una opción frente a la utilización convencional de turbas comerciales que en muchos casos su costo es elevado.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.2.1 Planteamiento del problema

El desarrollo de plántulas en el invernadero es parte fundamental para el establecimiento y producción del cultivo. Sin embargo, los productores no se fijan adecuadamente en el sustrato que utilizan para el semillero. Además, en muchos casos utilizan mezclas de materiales que aportan diferentes características al sustrato, pero el desconocimiento de la proporción adecuada en que se deben mezclar los materiales es muchas veces causa de problemas en la emergencia, crecimiento y desarrollo radicular de las plantas, afectando directamente a la rentabilidad del cultivo.

Lo expresado anteriormente cobra mayor importancia al considerar el elevado costo que presenta muchas turbas comerciales, así como la dificultad de conseguirlas en algunas zonas, por lo que es importante buscar alternativas para la elaboración de sustratos, que permitan obtener plántulas de buenas características, ya que de éstas dependerá el éxito de su adaptación en campo abierto y la obtención de altos rendimientos, ya que al ser trasplantadas deben tener un buen vigor para afrontar las condiciones del medio donde se desarrollan.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efecto tienen diferentes sustratos sobre el desarrollo y crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en condiciones de invernadero?

1.2.3 Sistematización del problema

¿Cuál es el sustrato que permite mayor crecimiento y emisión de hojas de tabaco?

¿Cuál es el efecto de los diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo radicular de las plantas de tabaco?

¿Qué sustrato es el que mayor beneficio económico representa para el agricultor?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el crecimiento de las plántulas de tabaco sembradas en diferentes sustratos para el mejoramiento su producción en invernadero.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el sustrato que permita mayor crecimiento y emisión de hojas de tabaco.
- Evaluar el efecto de los diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo radicular de las plantas de tabaco.
- Realizar el análisis económico de la producción de plántulas en función del costo de cada uno de los tratamientos.

1.3 Justificación

La presente investigación se justifica mediante la identificación del sustrato que provea las mejores características para la emergencia, crecimiento y desarrollo radicular del cultivo de tabaco en etapa de semillero, para de esta manera garantizar la producción de plántulas con alto vigor y resistencia a las condiciones del medio definitivo donde se establecerá el cultivo, evitando de esta manera utilizar sustratos de elevado costo que influyen en el aumento del costo de producción y por ende en la obtención de rentabilidad por parte del productor.

Además, se recalca la importancia de aprovechar diferentes materiales que se encuentran comúnmente cerca o incluso en las unidades de producción, para la elaboración de sustratos que no demandan elevados costos, y pueden asegurar el desarrollo de plántulas de buenas características para establecerse en cultivos ya sea en campo abierto o en invernadero, promoviendo así el reciclaje y reutilización de dichos materiales. Por lo expresado la presente investigación propone algunas alternativas de sustratos a utilizarse en el cultivo de tabaco, sobre los cuales se tiene datos de interés agronómico, para la producción de plántulas.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Generalidades del cultivo de tabaco

2.1.1.1 Origen

Goodspeed (1954), estudió profundamente la evolución del género *Nicotiana* y se comprobó que el origen de la *Nicotiana tabacum* es americano. Este autor concluyó que su origen se debe a una antiploidia con presencia de progenitores de un miembro de la sección *Tomentosae* y de *Nicotiana sylvestris*. Además, indica que su área original de distribución natural fue el noroeste de Argentina y su vecindad boliviana, lugar en el cual esas especies tuvieron contacto. Basado en la hipótesis de Clausen (1927-1932), el tabaco de cultivo proviene de un cruzamiento natural de dos especies silvestres *Nicotiana sylvestris* y *Nicotiana fomentosa*, o bien de especies muy cercanas a ellas. El tabaco está compuesto por 12 cromosomas de cada una de estas especies. Este probable origen del tabaco está también confirmado por el hecho de encontrarse las áreas geográficas de propagación de los progenitores del género, muy cercanas unas de otras, que coinciden en la Argentina y Bolivia (Licta & Riera, 2010).

Las especies existentes hoy día representan la última etapa de evolución del género. En la etapa actual, son las especies más jóvenes (24 pares de cromosomas), las que ocupan la más alta posición filogenética; a las que pertenece *Nicotiana tabacum* (Fonseca, 2006).

2.1.1.2 Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del tabaco

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotyledonea
Orden	Tubiflora
Familia	Solanacea
Genero	<i>Nicotiana</i>
Especie	<i>tabacum</i>

Fuente: Ortéz (2005)

Dentro de la familia Solanácea aparece el género *Nicotiana* y la especie *Tabacum*; la cual además comprende 85 géneros y más de 7 000 especies muy difundidas por América, África, Australia y con cantidades menores por Europa y Asia. El género *Nicotiana* comprende tres subgéneros, 14 secciones y más de 60 especies, entre las que se destacan por su importancia comercial la *Nicotiana rustica* y la *Nicotiana tabacum*, siendo esta última a las que pertenecen todas las variedades cultivadas en Cuba y la gran mayoría cultivadas en otras partes del mundo (Espino, 1997).

La producción, comercialización y el consumo del tabaco se sustentan fundamentalmente, en el cultivo de la especie *Nicotiana tabacum* L., y en una proporción e importancia mucho menor en la especie *Nicotiana rustica* L., la cual solo se cultiva localmente en Rusia y algunos países de Asia. El resto de las especies del género *Nicotiana*, solo presentan interés como materiales para el trabajo científico y como ornamentales (MINAGRI, 2001).

2.1.1.3 Plagas y enfermedades del cultivo de tabaco

Ortíz (2005), sostiene que las principales plagas del cultivo de tabaco son:

- **Babosas (*Agriolimax agrestes*):** suelen producir daños en los semilleros y en el tabaco recién trasplantado, los bordes de las hojas de las plántulas aparecen comidos y algunas mueren totalmente devoradas.
- **Trips (*Thrips tabaci*):** se trata de insectos de reducido tamaño, de cuerpo delgado con antenas cortas que viven en el envés de las hojas chupando la savia, siendo además vectores de virus. Su ataque consiste en la destrucción de las células de la epidermis, que al perder su contenido se decoloran y posteriormente adquieren una coloración blanca.
- **Gusano gris (*Agrotis segetum*):** el tabaco es atacado por el gusano gris en estado de larva, royendo el cuello de la planta recién trasplantada. Como medidas preventivas se recomienda dar una labor con arado de vertedera para enterrar las orugas o crisálidas invernantes. Las larvas son prácticamente cilíndricas, blandas y flexibles, salvo la cápsula cefálica o cabeza y algunas capas que están fuertemente quitinizadas. Se combate con la aplicación de Lindano 2%, presentado como gránulo a una dosis de 25-30 kg/ha o la aplicación de Etoprofos 10%, presentado como gránulo a una dosis de 60-80 kg/ha

El mismo autor sostiene que las enfermedades que comunmente atacan al cultivo de tabaco son:

- **Mildiu o moho azul (*Peronospora tabacina* Adams):** se manifiesta por la presencia de manchas amarillas en el haz de las hojas que se corresponden con otras de color gris azulado en el envés, aparentando una especie de pelusa.
- **Podredumbre de la raíz (*Thielaviopsis basicole*):** los síntomas se manifiestan con un retraso en el crecimiento de las plantas que además presentan un aspecto de envejecidas y secas, las raíces se ennegrecen y al arrancar la planta se parten.
- **Oidio (*Erysiphe cichoreacearum*):** el ataque comienza por las hojas inferiores, extendiéndose a las superiores. Los síntomas se manifiestan sobre las hojas como un polvillo que las recubre.
- **Virus del Mosaico del Tabaco (TMV):** el virus del mosaico del tabaco fue el primero que se aisló para su estudio. Una vez que penetran en el interior de las células, se reproducen e invaden los cloroplastos y los tejidos parénquima ticos; provocando síntomas como deformaciones, reducción del crecimiento, decoloraciones, necrosis, etc. Si el ataque es muy severo puede llegar a producir la muerte de la planta.

Ortéz (2005), también menciona que el tabaco es atacado por nemátodos, específicamente por *Meloidogyne incognita*, el cual se alimenta chupando la savia que circula por las raíces de las plantas, conformando tuberosidades y deformaciones, dando lugar a un marchitamiento general. Como medida preventiva se recomienda en los semilleros desinfectar las camas por esterilización química o por calor.

2.1.2 Uso de sustratos en la agricultura

Los plantines producidos en contenedores pueden estar expuestos a distintos tipos de estrés (agua, nutrición, luz, temperatura y resistencias mecánicas), pudiendo causar daños morfológicos y/o fisiológicos durante el desarrollo inicial de los tejidos radicales y aéreos. Las propiedades físicas y químicas del suelo, o del medio de crecimiento en los sistemas de cultivo sin suelo, afectan la elongación, orientación y el patrón de ramificación de la raíz. Cualquier estrés, en la zona radical se expresa en la parte aérea, afecta la partición de materia seca entre

raíces y vástagos. Por lo tanto, afecta la productividad de la planta. El equilibrio funcional entre raíces y vástagos corresponde a un crecimiento interrelacionado, en el cual los cambios en la tasa del crecimiento aéreo se expresan en la raíz y viceversa (De Grazia, Tuttonell, & Chiesa, 2007).

En gran medida, el uso de materiales compostados permite reemplazar la utilización de recursos no renovables (ej. turba), y transformar en sustrato aprovechable desechos orgánicos que eventualmente contaminan el medio ambiente. De este modo, se favorece el crecimiento de los plantines a través de un aporte de micro y macronutrientes que de otra forma deberían ser incorporados mediante fertilización (Prieto, 2005).

La producción de cultivos en sustratos es un sistema donde la planta desarrolla su sistema radical en un medio confinado, en un espacio limitado y aislado, fuera del suelo. El término sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, natural o de síntesis distinto al suelo in situ, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o mezcla, permite el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento del cultivo que puede intervenir o no en la nutrición de la planta (Castellanos & Vargas, 2009). Una ventaja importante de los sustratos con respecto al cultivo en suelo, es que los sustratos tienen una alta porosidad (>85%), de la cual una buena porción está en forma de macroporos; mientras que en el suelo la porosidad total en algunas ocasiones puede alcanzar un 50% en suelos bien drenados (mesoporos y microporos) (Díaz , 2004).

Una de las ventajas al trabajar con sustratos son que el material es libre de patógenos (es esterilizado con vapor u otro método), y que se conoce la fertilización y riego que se agrega a la planta. Ellos pueden aumentar la productividad de la planta al asegurar un ambiente propicio para la producción. También puede haber desventajas como la retención de sales e introducción de patógenos y compactación del mismo, provocando problemas en las raíces y reducción de la producción (Morale, 2009).

Un sustrato cumple cuatro funciones: 1) proporcionar agua, 2) suministrar nutrientes, 3) permitir el intercambio de gases con las raíces, 4) proporcionar soporte a las plantas. Desafortunadamente lo anterior ha sido mal interpretado, al asumir que estas propiedades estarán presentes tan pronto se mezclen los componentes. La única función que está garantizada después de mezclar es el soporte de las plantas. Las otras tres son controladas por el productor.

El análisis de los sustratos para medir su pH, conductividad eléctrica (CE) y nutrientes específicos, es una importante herramienta para monitorear el estado en que se encuentran los nutrientes vegetales y controlar el uso de fertilizantes. Para quienes mezclan su propio sustrato, un análisis presiembra proporciona información sobre la cantidad de enmiendas a añadir en esta etapa, con el fin de llegar al nivel adecuado de pH y sales solubles. Los análisis realizados después de la siembra permiten observar tendencias del pH y sales solubles. Los análisis realizados después de la siembra permiten al productor observar la disponibilidad de nutrientes a través del tiempo, y hacer los ajustes necesarios en la fertilización (Herrera, 2011).

El mejor sustrato para el cultivo en cada caso varía de acuerdo con diferentes factores entre los que se encuentran: tipo de material vegetal (semilla, estaca, planta, etc.), especie cultivada, condiciones climáticas, tamaño y forma del contenedor, programas de riego y fertilización, así como aspectos económicos, experiencia en su utilización, etc (Abad, Noguera, & Carrión, 2005).

Castellanos & Vargas (2009), mencionan que los sustratos están formados por tres fases y cada una de ellas cumple una importante función:

- Fase sólida; es la responsable del anclaje de la raíz y asegura la integridad de la planta.
- Fase líquida; es la responsable del suministro de agua y fertilizantes (nutrimentos) a la planta.
- Fase gaseosa; es la responsable del transporte del dióxido de carbono y oxígeno entre la raíz y el medio ambiente.

Crespo *et al.*, (2010) mencionan que la caracterización física y química de los materiales (por separado) es necesaria para justificar la mezcla o no de los materiales, también hay que considerar el costo de los materiales para la realización de las mezclas, ya que dependiendo de la viabilidad de éstos puede o no seleccionarse o descartarse una mezcla. Domeño, Irigoyen, & Muro (2009), mencionan que la caracterización físico-química de los sustratos debe realizarse en todo el ciclo de producción del cultivo. En el estudio de las propiedades fisicoquímicas, se observó que la capacidad aérea disminuye considerablemente en sustratos de fibra de madera y

fibra de coco. Por lo tanto, es importante considerar la retención de nutrientes en los sustratos orgánicos a través del ciclo.

La elección de un sustrato se realiza con base a: a) análisis de las propiedades físicas (granulometría, densidad aparente y densidad real) químicas (pH, CE, relación C/N) y biológicas (velocidad de descomposición, actividad reguladora de crecimiento), b) ensayos de evaluación agronómica y c) costos de adquisición. Otro factor importante a considerar es la experiencia que tengan los productores y técnicos acerca de su manejo (Abad, Noguera, & Carrión, 2005).

Un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedor, entendiendo por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura determinada y que su superficie se halle a presión atmosférica (Alcoverro, 2009).

Actualmente, debido a aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente la concepción del uso de los sustratos cambió, por lo que hay otros factores a considerar al seleccionar un material como sustrato tal como: agua, suelo y reciclaje de materiales de desecho (Cruz & Bugarín, 2012).

Cruz & Bugarín (2012), señalan que para elegir un material como sustrato se deben considerar varios aspectos para que el crecimiento de las plantas sea el óptimo, dentro de los cuáles serán los siguientes:

- Que posea propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para el crecimiento de las plantas
- Se debe considerar la relación beneficio/costo.
- Disponibilidad en la región o zona.
- Facilidad de manejo o compatibilidad, en el caso de realizar mezclas de materiales.

2.1.2.1 Mezcla de sustratos

Los sustratos están formados por fragmentos de diversos materiales, resultando un mosaico completo de partículas rocosas de materiales y minerales característicos en ciertos casos y de microorganismos vivos y muertos además de una extensa red de poros ocupados por el aire o por el agua (Chicaiza, 2014).

Para generar la mezcla de sustratos hortícolas se utilizan diferentes materiales inertes u orgánicos con ciertas características y propiedades que deben tomarse en cuenta para generar mezclas más homogéneas. Las mezclas de sustratos para fines de producción suelen encarecer el costo de su elaboración (Castellanos & Vargas, 2009). García *et al.* (2001), mencionan que hay alternativas para la sustitución de turba y perlita en la producción de plantas ornamentales, utilizando materiales de la región donde se producen. Ortega *et al.* (2010) mencionan que el mejor sustrato en el estudio que ellos realizaron fue el de la mezcla de aserrín – composta debido a que presentó significativamente los mejores resultados en las variables altura, grosor del tallo, tamaño de frutos y rendimiento por planta de tomate y una mayor estabilidad, buena capacidad de aireación para el sistema radicular, alta porosidad y adecuada retención de agua.

En contenedores, los sustratos tienden a compactarse debido a la falta de cuidado en la manipulación, los impactos físicos en la superficie del sustrato cuando se mueven los contenedores y por la sobreirrigación. Una vez compactado el sustrato en el contenedor, el proceso es irreversible y el crecimiento de la raíz se reduce (Kafkafi, 2008).

2.1.3 Gallinaza

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es cascarilla de arroz mezclada con cal, en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado abono orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad (Yagodin, Smirnov, & Peterburgs, 1986).

Pertenece a la categoría de los estiércoles, pero presenta características especiales. Como las aves defecan por una cloaca, sus deyecciones líquidas y sólidas no se producen por separado, por lo que la recogida de éstas presenta menos dificultades que con otros estiércoles. Su contenido de nutrientes es superior al de otros estiércoles (Arzola, Fundora, & Machado, 1981). Su principal aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo, con algunos nutrientes principales como, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; pero el que mayor concentración presenta es el nitrógeno (Restrepo, 1998).

Los sistemas avícolas intensivos generan grandes cantidades de residuos orgánicos como la gallinaza; que al ser utilizada fresca causa impactos negativos al ambiente. El manejo y los diferentes procesos a que son sometidas las excretas aviares, son alternativas no sólo para mitigar los impactos negativos ambientales, sino que convierten la gallinaza en un subproducto con un alto valor agregado para el productor avícola (Estrada, 2005).

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También es muy importante el tiempo de permanencia en el galpón -una conservación prolongada en el gallinero, con desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno y, finalmente, el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado (North & Bell, 1998).

Una razón por la cual se presenta el mayor rendimiento con la aplicación del tratamiento basado en gallinaza, es debido al alto contenido de macro y micro nutrientes que esta presenta, los cuales tienen gran influencia en el funcionamiento de la planta lo que se expresa como rendimiento total. Además, los fertilizantes orgánicos suministran los nutrientes de forma lenta, pero efectiva, a través de su mineralización paulatina en el ciclo del cultivo (Estrada, 2005).

2.1.4.1. Procesamientos y usos de la gallinaza

- **Alimento para ganado:** La utilidad de la gallinaza para tal fin proviene de su elevado valor de nitrógeno, aun debiendo tenerse presente que éste en su mayor parte se halla en forma no proteica, principalmente es ácido úrico, y por consiguiente, resulta de poca utilidad para los animales monogástricos, aunque no para los rumiantes. El elevado valor nitrogenado para la gallinaza desecada, equivaldría a un nivel proteico del orden de un 22 a 34%, de

igual manera que su elevado contenido de materia orgánica, cerca del 70%, le aseguraría un valor energético (del orden del de muchos cereales) (Peña, 1986; Estrada, 2005).

- **Fertilizantes:** la utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. El uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural como por su bajo costo. Pero el uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y plantas, por ello se recomienda el procesamiento de ésta (Estrada, 2005).
- **Biogás:** al igual que cualquier otra materia orgánica, la gallinaza, al fermentar, produce gases, de los cuales los más importantes son el metano CH_4 y el dióxido de carbono CO_2 . En condiciones óptimas, si la proporción del primero es al menos del orden de un 60 –70% del total, ello constituye el llamado biogás, producto que en teoría, puede servir como fuente de energía de las propias granjas. En síntesis, el proceso se basa en poner las deyecciones, sin cama, en un digestor o tanque hermético en el cual se produce la degradación de la materia orgánica en un medio anaerobio mediante la acción de enzimas segregadas por microorganismos (Peña, 1986).

El proceso es complejo, requiriendo además unas instalaciones muy voluminosas y una elevada inversión. Las deyecciones deben mezclarse con una cantidad muy precisa de agua, 50%, aproximadamente, necesitándose al menos 15 días para que se produzca el gas, en un proceso continuo. Además se requiere mantener un control de la temperatura del digestor ($35\text{ }^{\circ}\text{C}$) y del pH, que debe ser superior a 6. De fallar alguno de estos puntos puede aumentar la proporción de CO_2 a expensas del CH_4 , con lo que el gas obtenido pierde sus propiedades como fuente de energía (Peña, 1986).

- **Compostaje:** un tratamiento adecuado de los estiércoles, a través del compostaje logra convertir un producto maloliente, fitotóxico, de difícil manejo y aspecto desagradable, en un producto inoloro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola (Estrada, 2005).

El proceso de compostaje se considera, generalmente, como el tratamiento más adecuado de los residuos frescos antes de su incorporación al suelo, ya que una materia orgánica en avanzado estado de transformación y estabilización, debe contribuir definitivamente a mejorar la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas. Si se trabaja en condiciones óptimas con todos los parámetros que controlan el proceso, especialmente en el control de los malos olores causados generalmente por la producción de compuestos nitrogenados y sulfurados en condiciones anaerobias, puede obtenerse un compost de buena calidad en el menor tiempo posible. De los diferentes procesos para su transformación, la compostación es la alternativa ideal, pues al estabilizar la materia orgánica, facilita el aprovechamiento de la propiedad fertilizante de la gallinaza, que se expresa tanto en su contribución al desarrollo normal de los cultivos como en la recuperación de suelos altamente degradados (Estrada, 2005).

2.1.4 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, absorción de humedad y filtraje de nutrientes. Beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Es una fuente rica en sílice, lo que favorece a los vegetales para darle una mayor resistencia contra insectos y microorganismos. A largo plazo se convierte en una fuente constante de humus (Cantarero & Martínez, 2002).

La cascarilla de arroz se utiliza fundamentalmente con grava, ya que este es muy liviano y su capacidad de retención de humedad es baja, con un 40%, ya mezclado. La principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Si se utiliza cascarilla de arroz es recomendable hacer un proceso de desinfección química o anaerobia, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos, larvas de insectos u otros microorganismos que puedan ocasionar contaminación al cultivo (HYDROENVIRONMENT, 2017).

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato. Entre sus principales propiedades físico-químicas se tiene que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. Para mejora la retención de humedad de la cascarilla, se suele recurrir a la

quema parcial de la misma. Esta práctica, aunque mejora notablemente la humectabilidad, es en realidad muy poco lo que aumenta la capilaridad ascensional y la retención de humedad (Calderón, 2012).

El tamaño de partícula es ligeramente mayor a la de aserrín. La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje. Está disponible a un costo bajo en ciertas áreas y puede ser utilizado en sustitución o junto con turba. La cascarilla de arroz es de peso ligero, uniforme en grado y calidad, más resistente a la descomposición que las tucas de maíz y posee menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas. Se utiliza, sin compostar, como un sustituto de la vermiculita por su peso ligero, volumen y resistencia a la descomposición. Sus características se pueden mejorar mediante molienda. Es un material rico en carbono. La granza tiene contenidos altos en potasio y sílice (Alvarado & Solano, 2002).

2.1.5 Fibra de coco

La fibra de coco es otro tipo de sustrato que se puede añadir a la mezcla que preparemos para rellenar las macetas y es apto para todo tipo de cultivos. Las características de la fibra de coco son muy interesantes: mejora la capacidad de aireación, la retención de agua y nutrientes, reduce los riesgos de la aparición de enfermedades por hongos, entre otras (Ecoagricultor, 2014). Se encuentra dentro de los residuos agroindustriales de origen tropical, se genera después de que el fruto del cocotero ha sido procesado con fin de obtener las fibras más largas. Esta fibra de coco es empleada en hidroponía la cual tiene una alta relación de carbono/nitrógeno, esto permite que se mantenga químicamente estable. La retención de humedad que tiene es muy buena con un 57% (HYDROENVIRONMENT, 2017).

La fibra de coco es un sustrato orgánico, 100% natural y renovable. Se procesa de diferentes maneras en función del uso agronómico al que esté destinado. La fácil rehidratación del material permite su secado y prensado en origen lo que minimiza los gastos de transporte y facilita la manipulación por el usuario final. Presenta una excelente capacidad de retención de agua y aireación. Permite un óptimo uso del agua y de los fertilizantes. Tiene una gran resistencia al estrés hídrico, lo que proporciona tranquilidad al horticultor ante posibles imprevistos. Es

totalmente biodegradable. Tras su uso como sustrato, puede ser incorporada al suelo como compost (Ispemar, 2015).

Según Pelemix (S.f.), los beneficios de la fibra de coco como medio de cultivo son:

- La fibra de coco es un material orgánico y su proceso de fabricación forma parte de una gran industria que emplea el coco como material base. De este modo, el empleo de fibra de coco no supone un atentado contra el medio ambiente
- Es un excelente sustrato para el desarrollo radicular; de hecho, es posible plantar directamente en ella sin necesidad de emplear tratamientos o agentes especiales para la plantación.
- A diferencia de otros tipos de medio de cultivo, la fibra de coco mantiene una elevada capacidad de aireación incluso cuando está completamente saturada.
- Dispone de una capacidad de amortiguación (efecto buffer o tampón) que permite a las plantas superar sin consecuencias cortos períodos de deficiencias nutricionales y/o hídricas.
- La posibilidad de elegir una granulometría, permite al productor diseñar el medio de cultivo más adecuado a sus necesidades concretas de cultivo, hecho que redundará en unos mejores resultados en las cosechas.

Ispemar (2015), indica que las ventajas de la fibra de coco y sus características físico-químicas son las siguientes:

- Equilibrio óptimo entre retención de agua y capacidad de aireación, evitando la aparición de enfermedades fúngicas en las raíces derivadas del exceso de humedad.
- pH estable y controlado: El pH del sustrato de fibra de coco oscila entre 5.5 y 6.2, rango que resulta adecuado para la mayoría de cultivos.
- Gran capacidad de retención de agua, que ofrece una mayor seguridad en caso de fallos en el sistema de riego.

- Absorbe muy rápidamente el agua cuando está seca.
- Inercia térmica: La fibra de coco puede ceder o absorber calor con rapidez. Esto facilita un constante desarrollo de raíces, tanto en épocas de calor como de frío.
- Intercambio catiónico. Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando así pérdidas por lixiviación. Ejerce un poder amortiguador contra los errores en el abonado.

Su utilización en los países más avanzados es muy reciente, tal es el caso del cultivo de rosa en Colombia, la gerbera y las orquídeas en Costa Rica (la primera cita bibliográfica es de 1949). Las razones de su utilización son sus extraordinarias propiedades físicas, su facilidad de manejo y su carácter ecológico. La turba del coco pertenece a la familia de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua (Paulitz, 2001).

2.1.6 Aserrín

Es el residuo de la madera más común y más ampliamente distribuido. Tiene muchas características que lo hacen deseable para la preparación de sustratos. La especie de árbol, del cual deriva, influencia la durabilidad del aserrín y la cantidad de nitrógeno complementario requerido para mantener un crecimiento normal de las plantas. Algunas especies contienen toxinas que pueden tener efectos negativos sobre las plantas cultivadas. En la mayoría de las mezclas, el efecto del aserrín sobre la acidez es ligero; ocasionalmente el pH del sustrato es elevado seguido a la descomposición. La turba es más ácida que la mayoría de los aserrines. El pH del aserrín puede variar con la especie de origen entre 4.8 a 6.8 (Alvarado & Solano, 2002).

Las propiedades físicas del aserrín dependen del tamaño de sus partículas y se recomienda que del 20-40 % sean inferiores a 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80 %, la capacidad de retención de agua es de baja a media, pero su capacidad de aireación suele ser adecuada (Maher, Prasad, & Raviv, 2008).

Todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato. El tamaño de partícula del aserrín permite que sea fácil su mezcla con otros componentes. Es comparable con la turba

en su efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación. Después de la descomposición ocurre un aumento en la agregación e intercambio de cationes en sustratos enmendados con él. El contenido muy bajo de nitrógeno del aserrín excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica posterior a la pasteurización. Más aún, el aserrín con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica. La solución obvia al problema de reducción del nitrógeno es agregar nitrógeno a las mezclas con aserrín. La adición de nitrógeno de 1 a 2 % de N por peso de aserrín compensará la reducción de nitrógeno (Alvarado & Solano, 2002).

La cantidad de nitrógeno que debe ser agregado para compensar la merma de nitrógeno por el aserrín puede elevar las sales solubles a concentraciones fitotóxicas. Este problema es crítico especialmente cuando son usadas formas inorgánicas solubles de nitrógeno. Las fuentes orgánicas de nitrógeno por lo general no aumentan las concentraciones salinas inmediatamente, pero su uso presenta problemas si la mezcla, con el fertilizante orgánico agregado, es pasteurizada. Se forman cantidades tóxicas de amonio poco después de la pasteurización, causando daño severo a las plántulas y los esquejes. El nitrógeno orgánico puede ser aplicado después de la pasteurización, pero esto es contrario a los programas recomendados para el control de enfermedades en los cuales todos los materiales agregados a la mezcla deben ser pasteurizados (Alvarado & Solano, 2002).

2.1.7 Humus de lombriz

Este abono orgánico es un material altamente descompuesto y estable. Posee un buen balance de nutrimentos de rápida y lenta liberación para las plantas. La riqueza de nutrientes dependerá tanto de las características del material inicial como de la forma en que se lleva a cabo el proceso; por ejemplo, la producción de abono expuesto a mucha lluvia, provoca la pérdida por lavado de nutrientes y otros compuestos. El lombricompost posee también una alta población microbiana benéfica, por lo que el material final debe mantenerse necesariamente entre 50 y 60% de humedad; además tiene algunas sustancias llamadas fitohormonas, las cuales estimulan el crecimiento vegetal (Henríquez & Mora , 2003).

El humus de lombriz es de color oscuro, su olor es agradable, está constituido por partículas finas sin grumos y es fácilmente manipulable. Las inclusiones del humus de lombriz en el

sustrato causan la liberación gradual de los nutrimentos, limitan las pérdidas por lixiviación y favorecen la absorción paulatina de nutrimentos (Rosmini, 1995).

El lombricopost puede ser aplicado directamente como abono o como parte de alguna mezcla de sustratos de crecimiento. La aplicación del lombricompost sobre plantas sembradas en macetas se recomienda en dosis de 1/2 a 1 taza de abono sobre la superficie, dependiendo del tamaño de la maceta. Para mezcla de sustratos es recomendable una tercera parte de lombricompost con dos terceras partes de tierra antes de la siembra. En cultivos comerciales, el lombricompost puede ser aplicado solo o en mezcla con otro tipo de fertilizantes. En cultivos perennes las dosis pueden variar de 0.5 a 2 kg de abono por árbol (Henríquez & Mora , 2003).

2.1.8 Compost

Desde el punto de vista microbiológico, el compost se define como la degradación microbiana de la materia orgánica que implica una respiración aeróbica, pasando por un estado termofílico y que crea un producto final estable. A medida que cada tipo de microorganismo ataca y digiere el material, empieza un cambio químico. Los productos liberados por la actividad de un grupo están a la vez bajo la acción de otro grupo, transformando el material hacia un estado de descomposición (Cantarero & Martínez, 2002).

Los aportes de estiércol, independientemente de su acción beneficiosa como enmienda orgánica, ponen a disposición del cultivo elementos fertilizantes que se liberan lentamente y que los cultivos aprovechan en sucesivos años. Entre los estiércoles suele haber bastantes diferencias, en primer lugar, por la especie de animal de que proceden y también por el grado de humedad, tiempo de elaboración, forma en que está hecho (Guerrero, 1996).

Cantarero & Martínez (2002), mencionan que entre algunas propiedades del compost se tiene:

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos.

- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido de macro nutrientes N, P, K, y micros nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

2.1.9 Tierra de huerto o negra

Mosquera (2010), menciona que el suelo es un componente que nunca debe faltar en la formulación de un abono orgánico fermentado, además que en algunos casos puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono, ya que es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono y tiene la función de dar una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad.

El sustrato con base de tierra se utiliza más para la producción de flores de corta y follajes en bancos. En otros países un porcentaje muy pequeño de productores, de plantas en potes, usan sustrato con tierra. La tierra provee una CIC, nutrientes y retención de agua razonables. Cuando un tercio del suelo es sustituido por arena, esas propiedades se reducen. Para restaurarlas, tradicionalmente se ha agregado al sustrato una enmienda con CIC y retención de agua altos, en vez de un tercio adicional de tierra (Alvarado & Solano, 2002).

El mismo autor también manifiesta que el suelo también sirve de esponja que retiene, filtra y libera, gradualmente, los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades, y su tamaño, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismos dependen de su origen. También acota que las partículas grandes del suelo como piedras, terrones y pedazos de palos deben ser eliminados (Mosquera, 2010).

2.1.10 Arena utilizada como sustrato

La arena está constituida por pequeñas partículas de 0.05 mm a 2.0 mm de diámetro, formadas como resultado de la intemperización de diversas rocas, y su composición mineral depende del

tipo de la roca original. La arena de cuarzo es la que generalmente se usa para los propósitos de propagación y está constituida por un complejo de sílice (Quiñonez, 2014).

La arena es un sustrato económico cuando se tiene disponible a una distancia cercana. Se consideran arenas, todos aquellos materiales cuyas partículas van de 0.05 a 2 mm de diámetro. La densidad aparente de este material es superior a 1.5 g/cm^3 y en general el espacio poroso total es muy similar al de los suelos, y está en el orden de 50% (Trejo, 2014). Este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque da un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las mejores arenas para este fin, son las de río. Tienen una capacidad de retención de agua media. El único problema que se puede tener a diferencia de las gravas por ejemplo, es que con el tiempo se pierde un poco de la fase aérea debido a la compactación por lo tanto la capacidad de aireación disminuirá levemente. Otro aspecto interesante es que apenas se degradan con el tiempo (Agromática, 2013).

La mejor opción es la arena de río lavada y suele utilizarse por sus características para elaborar semilleros a partes iguales junto con el humus de lombriz. Por ejemplo, una opción para preparar una maceta sería echar primero una capa de arena o de gravilla, luego se puede añadir otra de fibra de coco, encima otra de humus de lombriz y por último el acolchado (Ecoagricultor, 2014).

Las partículas con diámetro inferior de 0.5 mm presentan una buena capacidad de retención de agua, por lo contrario, partículas con diámetro mayor a 0.5 mm presentan una mejor capacidad de aireación y menor capacidad de retención de agua (Castellanos & Vargas, 2009). Las arenas finas (0.05 mm y 0.25 mm) contribuyen poco en el mejoramiento de las características físicas (Abo-Rezq, Albaho, & Thomas, 2009).

La arena es un medio viejo favorito para enraizamiento de esquejes. También es utilizado para ofrecer drenaje y aireación en mezclas que incluyen turba, suelo, y compost. Deberá de lavarse y tamizar para dejarla libre de partículas mayores de 2 mm de diámetro o menores de 0,6 mm. Una arena tamizada para cultivo deberá drenar con facilidad y no empozarse después de un riego abundante (Alvarado & Solano, 2002).

La arena impide movimientos ascendentes del agua, lo que evita el traslado de sales del suelo natural subyacente. La arena disminuye la evaporación, evita el desarrollo de malas hierbas, mejora la aireación de la zona radicular y aumenta la temperatura del sustrato (Baudoin & Nisen, 2002).

2.1.11 Sustrato BM2

Este sustrato consiste en una mezcla de fibras finas, vermiculita fina y perlita fina, diseñada especialmente para semilleros y bandejas (Edifarm, 2016). Sus componentes tienen un tamaño de partícula especialmente seleccionado para facilitar el llenado del contenedor, una emergencia uniforme y un rápido crecimiento de las raíces (Berger, 2012).

La alta calidad de la turba de esfagno de grado fino y la vermiculita gruesa provocan una acción capilar y una absorción de agua ideal para la subirrigación. Su pH de incubación oscila entre 5.2 a 6.0. Posee una excelente capacidad de intercambio catiónico, cuyos componentes facilitan el llenado de las bandejas (Berger, 2012).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda “ECUACAPA S.A.”, ubicada en el Km 2.5 de la vía Valencia – San Pablo, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas 0°55'49.2"S 79°21'35.4"W

En la Tabla 2, se presentan las características climáticas del sitio experimental:

Tabla 2. Características climáticas del sitio experimental

Clima:	Tropical húmedo
Temperatura media anual:	24.8 °C
Precipitación:	2252.5 mm/año
Humedad relativa:	84%
Heliofanía:	894 horas/año
Fuente: Estación meteorológica Pichilingue, INAMHI, Serie 1971 -2000	

3.2 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental en la cual se manejaron diferentes variables para la obtención de información de primera mano sobre el tema de estudio.

3.3 Métodos de investigación

Se utilizaron los métodos inductivo y deductivo, siendo el primero utilizado para la delimitación de las variables evaluadas de acuerdo a los objetivos planteados, y el segundo para identificar el efecto específico de los diferentes tratamientos sobre la emergencia, desarrollo y rentabilidad del cultivo de tabaco a nivel de vivero.

3.4 Fuentes de recolección de la información

La información presentada en la presente investigación se obtuvo de fuentes primarias mediante la observación directa a través de la evaluación de las diferentes variables evaluadas, y de fuentes secundarias de libros, revistas publicaciones, documentos en línea, etc.

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar 5 con tratamientos en 4 repeticiones. Todas las variables se sometieron al análisis de varianza y se usó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para establecer la diferencia estadística entre los tratamientos. Para el procesamiento estadístico se utilizó Infostat.

El esquema del ADEVA del experimento se presenta en la Tabla 3:

Tabla 3. Esquema del ADEVA del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Error	15
Total	19

3.6 Instrumentos de investigación

3.6.1 Tratamientos estudiados

La descripción de los tratamientos estudiados en el ensayo se presenta en la Tabla 4:

Tabla 4. Descripción de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Descripción
T ₁ : 70 TH+20 CA+10 C	70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost
T ₂ : 60 TH+25AF+10HL+5 A	60% tierra de huerto + 25% aserrín fino + 10% humus de lombriz + 5% de arena fina
T ₃ : 70 TH+10AF+10CA+10 FC	70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco
T ₄ : 60 TH+15A+20G+5CA	60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz
T ₅ : BM2	70-80% turba estagno fina, perlita fina y vermiculita fina

3.6.2 Material genético

Como material de siembra se utilizó la variedad Conneticut, la cual se caracteriza por ser fina, de coloración verde clara, suave y bajo contenido de nicotina, usualmente tiene un sabor leñoso, picante y/o parecido al olor del cedro.

3.6.3 Especificaciones del experimento

Plantas por tratamiento: 100

Número de tratamientos: 5

Número de repeticiones: 4

Número de unidades experimentales: 20

Plantas por repeticiones: 500

Total de plantas en el ensayo: 2000

3.6.4 Manejo del experimento

3.6.4.1 Preparación de los sustratos

Para la preparación de los diferentes sustratos se tomó como referencia la densidad poblacional de 25000 plantas que se utiliza en una hectárea, siendo la cantidad de 135 Kg de sustrato/ha, considerando los porcentajes a utilizar de cada uno de los materiales a mezclar de acuerdo a la descripción de los sustratos.

Una vez colocados los materiales de acuerdo a cada sustrato, éstos se mezclaron hasta obtener una textura homogénea, además se le aplicó agua hasta que los sustratos alcanzaron la capacidad de campo a fin de proveer las condiciones idóneas para la germinación de la semilla y desarrollo de las plántulas.

3.6.4.2 Desinfección del sustrato

La desinfección de los sustratos se llevó a cabo utilizando 5 g de Vitavax 300 (Carboxin + Captan) + 2.5 cc de Nakar 20 EC (Benfuracard) por litro de agua.

3.6.4.3 Siembra

Luego de la desinfección del sustrato, se procedió al llenado de las bandejas germinadoras de 128 celdas, de las cuales se utilizaron 100 celdas, colocándose una semilla por celda a una profundidad de 2 mm. Luego se cubrió la semilla con sustrato y se cubrieron las bandejas con un plástico negro para acelerar el proceso de germinación.

3.6.4.4 Control de malezas

Las malezas que se presentaron a lo largo del ensayo se controlaron manualmente, teniendo cuidado de no dañar las plántulas. Esta práctica tuvo como finalidad disminuir la competencia nutricional de las arvenses con el cultivo.

3.6.4.5 Control de plagas y enfermedades

Se realizaron cuatro controles fitosanitarios, alternando los productos utilizados para evitar el desarrollo de resistencia, como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5. Descripción de los controles fitosanitarios realizados

Controles fitosanitarios	Descripción
Primer control (8 DDS)	1.5 cc de Carbenpac (Carbendazim) + 1.0 cc de Karate (Lambdacialotrina) por litro de agua
Segundo control (16 DDS)	2.0 cc de Imidalaq (Imidacloprid) + 3.0 cc de TB-LAQ (Tiabendazol) por litro de agua.
Tercer control (30 DDS)	4.0 cc de Carbenpac (Carbendazim) + 2.0 cc de Karate (Lambdacialotrina) por litro de agua
Cuarto control(40 DDS)	3.0 cc de Imidalaq (Imidacloprid) + 4.0 cc de TB-LAQ (Tiabendazol) por litro de agua.

DDS: Días después de la siembra

3.6.4.6 Fertilización

Se realizaron tres fertilizaciones foliares a las plántulas con la ayuda de una aspersora de mochila. Las fertilizaciones realizadas se describen en la Tabla 6:

Tabla 6. Descripción de las fertilizaciones realizadas a las plántulas

Fertilizaciones foliares	Descripción
Primera fertilización (13 DDS)	5 g/ litro de agua de Menorel inicio
Segunda fertilización (27 DDS)	8 g/ litro de agua de Menorel inicio
Tercera fertilización (42 DDS)	10 g/ litro de agua de Menorel inicio

DDS: Días después de la siembra

3.6.4.7 Riego

El riego de las bandejas germinadoras consideradas como unidades experimentales se lo realizó con una regadera de agujeros finos para causar el mínimo efecto posible sobre las plántulas.

3.6.5 Datos registrados y formas de evaluación

3.6.5.1 Porcentaje de emergencia

En cada bandeja germinadora se evaluó el porcentaje de emergencia a los 8 días mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \text{Plantas germinadas} / \text{total de semillas sembradas} * 100$$

3.6.5.2 Altura de plantas (cm)

Se registró la altura de plantas a los 45 días con la ayuda de una cinta métrica considerando desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más joven, en 20 plantas tomadas al azar, para luego obtener el promedio.

3.6.5.3 Diámetro del tallo (mm)

Se midió el diámetro del tallo en 20 plantas tomadas al azar, con la ayuda de un calibrador pie de rey para luego promediar y expresar la medida en milímetros.

3.6.5.4 Emisión de hojas

Se contabilizó el número de hojas emitidas en 20 plantas tomadas aleatoriamente, para posteriormente obtener el promedio correspondiente.

3.6.5.5 Longitud de raíz (cm)

Se midió la raíz principal con la ayuda de una cinta métrica en 20 plantas al azar y luego se obtuvo el promedio.

3.6.5.6 Análisis económico

Para el análisis económico se consideró el número de plantas necesarias para una hectárea que como referencia fue de 25000 plantas, y el costo de cada uno de los tratamientos, para luego hallar la relación beneficio-costos mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = \text{Ingreso Bruto} / \text{Costo de producción}$$

3.7 Recursos humanos y materiales

3.6.6 Recursos humanos

La colaboración del Ing. Ludvik Amores Puyutaxi fue de gran ayuda en la ejecución del experimento, sin embargo, también se contó con la participación de jornales de trabajo que ayudaron en la realización de las labores agronómicas en el ensayo.

3.6.7 Recursos materiales

- Aspersora de mochila
- Balanza
- Bandejas germinadoras
- Calibrador

- Cámara
- Cinta métrica
- Computador
- Cuaderno de datos
- Hojas de papel bond
- Impresora
- Lápiz
- Machete
- Pala
- Pendrive
- Plástico negro
- Regadera

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Porcentaje de emergencia

Los promedios presentados en la Tabla 7, corresponden al porcentaje de emergencia de las semillas de tabaco sembradas en los diferentes tipos de sustratos, los mismos que según el análisis de varianza presentaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 0.9 por ciento.

El sustrato comercial BM2 (testigo), registró mayor porcentaje de emergencia con 96.0%, sin diferir estadísticamente de los sustratos 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, 60% tierra de huerto + 25% aserrín fino + 10% humus de lombriz + 5% de arena fina y el de 60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz que presentaron valores entre 95.0 y 95.8 %, superiores estadísticamente al sustrato de 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco con 92.5% de emergencia.

Tabla 7. Porcentaje de emergencia de semillas del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Sustratos	Porcentaje de emergencia *
T ₁ : 70% TH + 20% CA + 10% C	95.8 a
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% de arena fina	95.3 a
T ₃ : 70% TH + 10% AF + 10% CA + 10% FC	92.5 b
T ₄ : 60% TH + 15% A + 20% G+ 5% CA	95.0 a
T ₅ : BM2	96.0 a
Promedio	94.9
Coeficiente de variación (%)	0.9

*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza; **HL:** humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

4.1.2 Altura de planta a los 45 días (cm)

Los promedios de altura de plantas a los 45 días de edad se presentan en la Tabla 8. Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 4.0 por ciento.

En el sustrato comercial BM2 (testigo) se obtuvieron las plantas más altas con 23.9 cm, sin diferir estadísticamente del sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost con 23.1 cm, superiores estadísticamente a los sustratos restantes que registraron plantas con altura promedio entre 18.2 y 20.8 centímetros.

Tabla 8. Altura de plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) a los 45 días de edad sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Sustratos	Altura de plantas a los 45 días (cm)*
T ₁ : 70% TH + 20% CA + 10% C	23.1 a
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% de arena fina	18.9 c
T ₃ : 70% TH + 10% AF + 10% CA + 10% FC	18.2 c
T ₄ : 60% TH + 15% A + 20% G+ 5% CA	20.8 b
T ₅ : BM2	23.9 a
Promedio	21.0
Coeficiente de variación (%)	4.0

*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza; **HL:** humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

4.1.3 Diámetro del tallo a los 45 días (mm)

La Tabla 9, refleja los promedios de diámetro del tallo a los 45 días, variable que, según el análisis de varianza, 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

Tabla 9. Diámetro del tallo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) a los 45 días (mm) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Sustratos	Diámetro del tallo a los 45 días (mm)*
T ₁ : 70% TH + 20% CA + 10% C	7.6 a
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% de arena fina	5.6 b
T ₃ : 70% TH + 10% AF + 10% CA + 10% FC	5.8 b
T ₄ : 60% TH + 15% A + 20% G+ 5% CA	6.5 b
T ₅ : BM2	7.6 a
Promedio	6.6
Coeficiente de variación (%)	7.1

*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza; **HL:** humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

4.1.4 Longitud de raíz a los 45 días (cm)

Los promedios de longitud de raíz a los 45 días se presentan en la Tabla 10. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 3.3 por ciento.

Las raíces de mayor longitud se presentaron en el sustrato comercial BM2 (testigo) con 10.3 cm, estadísticamente igual al sustrato conformado por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost con 10.0 cm, estadísticamente superiores a los demás sustratos que registraron promedios entre 7.9 y 9.3 centímetros.

Tabla 10. Longitud de raíz de tabaco (*Nicotiana tabacum*) de 45 días (cm) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Sustratos	Longitud de raíces (cm)*
T ₁ : 70% TH + 20% CA + 10% C	10.0 a
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% de arena fina	8.9 b
T ₃ : 70% TH + 10% AF + 10% CA + 10% FC	7.9 c
T ₄ : 60% TH + 15% A + 20% G+ 5% CA	9.3 b
T ₅ : BM2	10.3 a
Promedio	9.3
Coeficiente de variación (%)	3.3

*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza; **HL:** humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

4.1.5 Número de hojas por planta

En la Tabla 11, se muestran los promedios de número de hojas por planta evidenciados en los diferentes sustratos. 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 sustratos que registraron valores entre 7.3 y 8.8 hojas por planta.

Tabla 11. Número de hojas por planta de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Sustratos	Número de hojas por planta*
T ₁ : 70% TH + 20% CA + 10% C	10.8 a
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% de arena fina	8.3 b
T ₃ : 70% TH + 10% AF + 10% CA + 10% FC	7.3 b
T ₄ : 60% TH + 15% A + 20% G+ 5% CA	8.8 b
T ₅ : BM2	11.0 a
Promedio	9.2
Coeficiente de variación (%)	9.3

*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza;

HL: humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

4.1.6 Análisis económico

El análisis económico presentado en la Tabla 12, demuestra el beneficio económico de la venta de 25000 plántulas de tabaco establecidas en las diferentes clases de sustrato en estudio, considerando un precio referencial de \$ 0.05 cada una. El sustrato conformado por 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco permitió obtener la mayor rentabilidad con 222%, reflejando una relación beneficio/costo de 3.22, lo que quiere decir que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de \$ 2.22, a un costo de tratamiento de \$ 6.36, costo variable de \$24.00 y costo fijo de \$ 358.00. Cabe indicar que los demás sustratos produjeron una rentabilidad positiva que osciló desde 140 a 220 por ciento.

Tabla 12. Análisis económico en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) sembrado en cinco clases de sustratos a nivel de invernadero

Tratamientos	Ingreso por venta (\$)	Costo fijo (\$)	Costo tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad
T ₁ : 70% TH + 20% CA+ 10% C	1250.00	358.00	8.24	24.00	390.24	859.76	3.20	220
T ₂ : 60% TH + 25% AF + 10% HL+ 5% A	1250.00	358.00	13.51	24.00	395.51	854.49	3.16	216
T ₃ : 70% TH+ 10% AF+ 10% CA+ 10% FC	1250.00	358.00	6.36	24.00	388.36	861.64	3.22	222
T ₄ : 60% TH+ 15% A+ 20% G+ 5% CA	1250.00	358.00	13.57	24.00	395.57	854.43	3.16	216
T ₅ : BM2	1250.00	358.00	150.00	12.00	520.00	730.00	2.40	140

TH: tierra de huerto; **CA:** cascarilla de arroz; **C:** compost; **AF:** aserrín fino; **A:** arena; **G:** gallinaza; **HL:** humus de lombriz; **FC:** fibra de coco.

Precio de venta: \$0.05/plántula de tabaco
Número de plantas: 25000 plantas/hectárea
Costo fijo: \$ 358.00
Total de sustrato por tratamiento: 135 Kg

Precio de venta tierra de huerto (TH): \$ 0.05/Kg
Precio de venta cascarilla de arroz (CA): \$ 0.03/Kg
Precio de venta aserrín fino (AF): \$ 0.05/Kg
Precio de venta arena (A): \$ 0.05/Kg
Precio de venta fibra de coco (FC): \$ 0.05/Kg
Precio de venta compost (C): \$ 0.20/Kg
Precio de venta gallinaza (G): \$ 0.12/Kg
Precio de humus de lombriz (HL): \$ 0.45/Kg

4.2 Discusión

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 BM2 (96.0%), con valores que oscilaron desde 95.0 a 95.8%, por lo que todos demuestran un buen porcentaje de emergencia. Esto, según Alcoverro (2009), a más de las condiciones del sustrato depende también de la calidad de la semilla, y aquellos sustratos que permiten más del 90% de emergencia son una gran opción para utilizarse en la producción de plántulas.

En lo correspondiente al diámetro del tallo de las plántulas, este fue similar tanto en el sustrato comercial BM2 así como en aquel de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, con un promedio de 7.6 mm, sin embargo en cuanto a la altura de plantas el primero mostró plantas con 23.9 cm de altura, superando al segundo en apenas un 0.8 cm. Esto se puede atribuir a una mejor asimilación de nutrientes, lo que también demuestra que el sustrato alternativo mencionado cumple con los principales requerimientos de las plántulas en su estado inicial. Además, según Baudoin & Nisen (2002), cuando se utilizan materiales compostados mezclados con otro tipo de materiales como la tierra de huerto o tierra negra que por lo general es rica en nutrientes, favorece el desarrollo de las plántulas, al aportar nutrientes reciclados, provenientes de la descomposición de la materia orgánica.

El desarrollo radicular fue mayor en el sustrato comercial BM2 observándose raíces con longitud promedio de 10.3 cm, sin embargo, aquel conformado por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost fue semejante permitiendo raíces de apenas un 0.3 cm por debajo del sustrato BM2, por lo que este último es una gran opción para tener un buen sistema radicular de las plántulas, lo que a futuro les servirá de un buen sistema de sostenimiento y absorción de nutrientes y agua para el crecimiento y desarrollo de las plantas en campo abierto (Crespo *et al.* 2010).

La emisión de hojas fue mayor en el sustrato comercial BM2 demostrando la generación de 11 hojas, superando en apenas 0.2 a los valores registrados en el sustrato de 70% tierra de huerto +

20% cascarilla de arroz + 10% compost, por lo que este último puede fácilmente reemplazar a dicha turba, pero es necesario llevar un adecuado control fitosanitario, ya que según Licta & Riera (2010), a nivel de viveros o invernaderos se debe controlar ataques de plagas y enfermedades para asegurar el vigor de la planta. Respecto a esto, Chicaiza (2014), menciona que cuando se mezclan diferentes materiales para la elaboración de sustratos, estos aportan diferentes características al mismo, siendo muchas veces complementarios para el normal desarrollo de la planta. Además este mismo autor recomienda tomar en cuenta la altura de plantas, diámetro del tallo y emisión foliar como indicadores de vigor y por ende, viabilidad de las plantas para establecerlas en campo abierto.

Al analizar económicamente los sustratos evaluados, el beneficio económico fue mayor en el sustrato 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco permitiendo una rentabilidad 222%, a un costo total de producción de \$ 388.36, sin embargo por las características de las plantas obtenidas en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, este último adquiere mayor importancia ya que la rentabilidad no fue muy diferente con 220%, a un costo total de producción que de igual manera no difiere ampliamente del sustrato anterior con un costo adicional de apenas \$ 1.88. Dicho incremento en el costo de producción, a pesar de ser mínimo se ve justificado al producir plantas de mejores características, lo que concuerda con Alvarado & Solano (2002), quienes mencionan que es conveniente realizar mezclas de diferentes materiales para la elaboración de sustratos, los mismos que no deberán ser excesivamente costosos para no comprometer la utilidad esperada, lo que es corroborado por Chicaiza (2014), quien sostiene que en la producción de plántulas mediante la utilización de sustratos alternativos, se persigue la obtención de mayores niveles de rentabilidad, ya que comunmente se usan materiales producto de reciclaje de desechos así como fáciles de conseguir.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- 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 BM2 (96.0%), con valores que oscilaron desde 95.0 a 95.8 por ciento.
- El desarrollo radicular fue mayor en el sustrato comercial BM2 observándose raíces con longitud promedio de 10.3 cm, sin embargo, aquel conformado por 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost fue semejante permitiendo raíces de apenas un 0.3 cm por debajo del sustrato BM2.
- El diámetro del tallo fue similar tanto en el sustrato comercial BM2 así como en aquel de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, con un promedio de 7.6 mm, sin embargo en cuanto a la altura de plantas el primero mostró plantas con 23.9 cm de altura, superando al segundo en apenas un 0.8 centímetros.
- La emisión de hojas fue mayor en el sustrato comercial BM2 demostrando la generación de 11 hojas, superando en apenas 0.2 a los valores registrados en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost.
- El beneficio económico fue mayor en el sustrato 70% tierra de huerto + 10% de aserrín fino + 10% de cascarilla de arroz + 10% fibra de coco permitiendo una rentabilidad 222%, sin embargo, por las características de las plantas obtenidas en el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost, este último adquiere mayor importancia ya que la rentabilidad no fue muy diferente con 220 por ciento.

5.2 Recomendaciones

- Utilizar el sustrato de 70% tierra de huerto + 20% cascarilla de arroz + 10% compost que presentó plantas con buenas características agronómicas iniciales, similares a las del sustrato comercial BM2 pero con una rentabilidad superior a éste.
- Probar los sustratos del presente estudio en la producción de plántulas de otras especies vegetales a fin de verificar su utilidad en dicha actividad agrícola.
- Evaluar plántulas obtenidas en los sustratos en estudio a campo abierto para evidenciar su potencial productivo, resistencia y desarrollo en dichas condiciones.
- Explorar sustratos alternativos para identificar materias primas que permitan un óptimo desarrollo, con un considerable ingreso económico.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Literatura citada

- Abad, B., Noguera, P., & Carrión, C. (2005). Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. En *Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales*. Editorial Mundi Prensa. México DF- México. 299-354 pp.
- Abo-Rezq, H., Albaho, M., & Thomas, B. (2009). Effect of sand in growing media on selected plant species. *European Journal of Scientific* 26: 618- 623 pp.
- Agromática. (2013). Tipos de sustrato. Obtenido de <http://www.agromatica.es/tipos-de-sustratos/>
- Alcoverro, T. (2009). Sustratos para semilleros en horticultura ecológica. Obtenido de <http://descargas.grancanaria.com/agricultura/formacion/Curso%20viveros%20ecologicos/Semilleros%20ecologicos.pdf>
- Alvarado, M., & Solano, J. (2002). Producción de sustratos para viveros. OIRSA. Costa Rica. 50 p.
- Arzola, P., Fundora, H., & Machado, A. (1981). Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana-Cuba. 461 p.
- Baudoin, W., & Nisen, A. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. FAO. Roma-Italia. 184 p.
- Berger. (2012). Con Berger, cultive más rápido, incremente su calidad y aumente sus ganancias. Berger Canadá. Saint Modeste-Canadá. 8 p.
- Calderón, F. (2012). La cascarilla de arroz "caolinizada"; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidroponicos. Obtenido de http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm
- Cantarero, R., & Martínez, O. (2002). Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad NB-6. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 62 p.
- Castellanos, J., & Vargas, P. (2009). Los sustratos en la horticultura protegida. En J. Castellanos, *Manual de producción de tomate en invernadero*. INTAGRI. México. 105-130 pp.
- Chicaiza, R. (2014). Sustratos y reguladores de crecimiento para la propagación por estaca de morochillo o uvilla de árbol (*Acnistus arborescens*). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 79 p .

- Crespo, C., Sandoval, M., Voke, V., Ordaz, V., Tirado, J., & Sánchez, J. (2010). Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de físicas y químicas. *Revista Terra* 28:219-229 pp.
- Cruz, E., & Bugarín, R. (2012). Sustratos en la horticultura. Obtenido de <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-2.pdf>
- De Grazia, J., Tittonell, P., & Chiesa, Á. (2007). Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuurn*). *Ciencia e Investigación Agraria* 34(3): 195-204 pp.
- Díaz, M., & Fernández, C. (1997). Efecto de diferentes fuentes de fertilización en el rendimiento y calidad del tabaco negro (Capero) en Cuba. Instituto de Investigaciones de Tabaco. La Habana-Cuba. 20 p.
- Díaz, S. (2004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invierno. . En *Memorias del IV simposium nacional de horticultura. Invernaderos: Diseño, manejo y producción*. Torreón-México. 44-68 pp.
- Domeño, I., Irigoyen, N., & Muro, J. (2009). Evolution of organic matter and drainage in wood fibre and coconut fibre substrates. *Scientia Horticulturae* 122:269-274 pp.
- Ecoagricultor. (2014). Sustrato para plantas en macetas. Obtenido de <http://www.ecoagricultor.com/sustrato-plantas-macetas/>
- Edifarm. (2016). BM2/BM2 Green Giant. Obtenido de https://quickagro.edifarm.com.ec/quickagro/page3.php?id_producto=2212
- Espino, E. (1997). Origen y característica de las principales variedades cubanas de tabaco negro (*Nicotiana Tabacum* L). Instituto de Investigaciones del Tabaco. La Habana-Cuba. 88 p.
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación* 2(1): 43-48 pp.
- Fonseca, I. (2006). Efecto eco-fisiológico del tipo de cobertor sobre algunos indicadores anatómicos fisiológicos y su relación con la agroproductividad en plantaciones de tabaco (*N. tabacum* L). Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov. La Habana-Cuba. 72 p.
- García, O., Alcántara, G., Cabrera, R., Gavi, F., & Volke, H. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivada en maceta. *Revista Terra* 19: 249-258 pp.

- Guato, L. (2014). Influencia de cuatro tipo de sustratos en la fase inicial de desarrollo de dos especies de orquídeas (*Dendrobium earsakul* y *Dendrobium sky blue*), obtenidas por cultivo in vitro (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 93 p.
- Guerrero, A. (1996). El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. 206 p.
- Henríquez, C., & Mora, L. (8 de Diciembre de 2003). Produciendo abonos de lombriz. Obtenido de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/av0712_lombriz.pdf
- Herrera, J. (2011). Evaluación de los sustratos: fibra de coco, compost: arena y compost: arena: suelo: casulla de arroz para producción de crisantemo (*Dendrathera* × *grandiflorum* kitamura) en macrotúnel. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 25 p.
- HYDROENVIRONMENT. (2017). Tipos de sustratos para hidroponía. Obtenido de http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=32
- Ispemar. (2015). Fibra de coco. Obtenido de <http://www.cocopeatfertilizer.com/fibra-de-coco>
- Kafkafi, U. (2008). Functions of the root system. En J. Raviv, & L. Heinrich, Soiless culture: theory and practice . Elsevier 84 Theobald's Road. London-United Kingdom. 587 p.
- Licta, L., & Riera, Á. (2010). Evaluación de tres dosis de Fitomas E en el cultivo del Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), variedad Habana 2000, plantado en un suelo Fluvisol de la provincia Granma, Cuba. Universidad de Granma. La Maná-Ecuador. 52 p.
- Maher, M., Prasad, M., & Raviv, M. (2008). Organic soiless media components. En M. Raviv, & J. Lieth, Soiless culture: theory and practice . Editorial Elsevier. United Stated of America. 459-504 pp.
- MINAGRI. (2001). Manual Técnico para el cultivo del tabaco negro al sol, recolectado en hojas y en mancuernas. Instituto de Investigaciones del Tabaco. La Habana-Cuba. 27 p.
- Morale, N. (2009). Comparación de seis sustratos comunes en la producción de pepino (*Cucumis sativa*) y acumulación de sales, bajo invernadero en Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 24 p.
- Mosquera, B. (2010). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Obtenido de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Narváez, F. (2012). Humus de lombriz. Obtenido de <http://www.feriasaraucania.cl/UserFiles/File/humus.pdf>

- North, M., & Bell, D. (1998). Manual de producción avícola. Editorial El Mundo Moderno S.A. México D.F.-México. 65-78 pp.
- Ortega, M., Sánchez, J., Ocampo, J., Sandoval, E., Salcido, B., & Manzo, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate bajo condiciones de Invernadero. *Ra Ximhai* 6: 339-346 pp.
- Ortéz, R. (2005). Efecto de tres distancias de siembra sobre el rendimiento de tres variedades de tabaco habano (*Nicotiana tabacum* L.), en el municipio de Condega, Estelí (Trabajo de Tesis). Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 61 p.
- Paulitz, T. (2001). Biological control in greenhouse system. *Phytopath* 39: 103-133 pp.
- Pelemix. (s.f.). Beneficios fibra de coco. Obtenido de <http://www.pelemix.com/es/empresa/beneficiosfibradecoco>
- Peña, F. (1986). La gallinaza y su utilización en ganado de carne. *Revista Nacional de Zootecnia* 1: 11-14 pp.
- Prieto, E. (2005). Calidad del plantín de tomate (*Lycopersicon esculentum*) cultivado en sustratos adicionados con lombricompuesto. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 14 p.
- Quiñonez, M. (2014). Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de pascua (*Euphorbia pulcherrima*) para exportación; Agroindustrias Jovisa, San Miguel Dueñas, Sacatepequez (2007-2010. Universidad Rafael Landívar. Escuintla-Guatemala. 66 p.
- Restrepo, R. (1998). La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados: Aportes y recomendaciones. SIMAS. Cali-Colombia. 151 p.
- Rosmini, B. (1995). El humus de lombriz en horticultura y floricultura. En *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus*. Barcelona - España: Vecchi.
- Trejo, R. (2014). Evaluación de sustratos y enarenados en producción de tomate bola (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero. Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo-México. 61 p.
- Yagodin, B., Smirnov, P., & Peterburgs, K. (1986). *Agroquímica*, Tomo I y II. Editorial Mir Moscú. 120 - 464 pp.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable porcentaje de emergencia

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4	31.3000	7.8250	11.1786	0.0002 **
error	15	10.5000	0.7000		
Total	19	41.8000			

** : Altamente Significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 45 días (cm)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4	100.8500	25.2125	35.0823	<0.0001 **
error	15	10.7800	0.7187		
Total	19	111.6300			

** : Altamente Significativo

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo a los 45 días (mm)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4	15.1250	3.7813	17.1226	<0.0001 **
error	15	3.3125	0.2208		
Total	19	18.4375			

** : Altamente Significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable longitud de la raíz a los 45 días (cm)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4	14.0630	3.5158	37.5347	<0.0001 **
error	15	1.4050	0.0937		
Total	19	15.4680			

** : Altamente Significativo; * : Significativo; NS: No Significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable número de hojas por planta

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	4	42.2000	10.5500	14.3864	0.0001 **
error	15	11.0000	0.7333		
Total	19	52.2000			

** : Altamente Significativo; * : Significativo; NS: No Significativo



Anexo 6. Sustrato 4 (60% tierra de huerto + 15% de arena + 20% gallinaza + 5% de cascarilla de arroz)



Anexo 7. Cascarilla de arroz utilizada para los sustratos.



Anexo 8. Aserrín utilizado para los sustratos.



Anexo 9. Tierra de huerto utilizado para los sustratos



Anexo 10. Mezcla de materiales para sustratos



Anexo 11. Vitavax y Nakar 20 utilizados en la desinfección de los sustratos



Anexo 12. Llenado de bandejas germinadoras con sustrato



Anexo 13. Bandejas germinadoras con plástico para facilitar la germinación



Anexo 14. Plántulas de tabaco a los 12 días después de la siembra



Anexo 15. Plántulas de tabaco a los 30 días después de la siembra



Anexo 16. Evaluación de la longitud de raíces (cm) a los 45 días



Anexo 17. Conteo de número de hojas por planta a los 45 días