



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA DE PALMITO
(*Bactris gasipaes* KUNTH) CON DOS SUSTRATOS Y DOS
MICROORGANISMOS A NIVEL DE VIVERO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

ESTHER ELIZABETH BALDEON VALLEJO

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA DE PALMITO
(*Bactris gasipaes* KUNTH) CON DOS SUSTRATOS Y DOS
MICROORGANISMOS A NIVEL DE VIVERO.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR: ESTHER ELIZABETH BALDEON VALLEJO

DIRECTOR: ING. ROQUE ORLANDO GARCÍA ZANABRIA

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Esther Elizabeth Baldeon Vallejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Esther Elizabeth Baldeon Vallejo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de mayo de 2024






Esther Elizabeth Baldeon Vallejo

172428038-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA DE PALMITO (*Bactris gasipaes* KUNTH) CON DOS SUSTRATOS Y DOS MICROORGANISMOS A NIVEL DE VIVERO**, realizado por la señorita: **ESTHER ELIZABETH BALDEON VALLEJO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Cordova PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-10
Ing. Roque Orlando García Zanabria DIRECTOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-10
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba ASESOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2024-05-10

DEDICATORIA

A Dios, por ser el pilar fundamental a lo largo de este camino; a mis padres, por su apoyo constante y sacrificios incontables. A mi familia, por su comprensión y ánimo en cada paso del camino. A mis profesores, por su guía y conocimientos compartidos. A todos aquellos que creyeron en mí y me inspiraron a alcanzar mis metas. ¡Gracias!

Elizabeth

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Grupo Muñoz Merino, por brindarme la oportunidad de realizar este estudio y por el apoyo brindado a lo largo de este proceso.

Agradezco especialmente a mi director de tesis, Ing. Roque García, por su orientación, paciencia y dedicación, que fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

También quiero agradecer al Ing. Carlos Carpio por su invaluable colaboración y contribuciones que enriquecieron este proyecto.

Por último, pero no menos importante, agradezco a mi familia y amigos por su amor, apoyo incondicional y por ser mi fuente constante de inspiración. ¡Gracias a todos los que hicieron posible este logro!

Elizabeth

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Objetivos.....	2
1.2.1.	<i>Objetivo general</i>	2
1.2.2.	<i>Objetivos específicos</i>	2
1.3.	Justificación.....	2
1.4.	Hipótesis.....	3
1.4.1.	<i>Nula</i>	3
1.4.2.	<i>Alternativa</i>	3

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Qué es evaluar.....	4
2.2.	Sustrato.....	4
2.2.1.	<i>Tipos de sustrato</i>	4
2.2.1.1.	<i>Agua</i>	4
2.2.1.2.	<i>Turbas</i>	4
2.2.1.3.	<i>Arcilla expandida</i>	4
2.2.1.4.	<i>Arena</i>	5
2.2.1.5.	<i>Corteza de pino</i>	5
2.2.1.6.	<i>Fibra de coco</i>	5
2.2.1.7.	<i>Grava</i>	5
2.2.1.8.	<i>Tierra volcánica</i>	5
2.2.1.9.	<i>Lana de roca</i>	5

2.2.1.10.	<i>Perlita</i>	5
2.2.1.11.	<i>Poliestireno expandido</i>	6
2.2.1.12.	<i>Vermiculita</i>	6
2.3.	Microorganismos	6
2.3.1.	<i>Descripción de Trichoderma harzianum</i>	6
2.3.2.	<i>Descripción de Trichoderma viride</i>	6
2.4.	Calidad de planta	7
2.5.	Descripción botánica de el palmito	7
2.6.	Requerimientos nutricionales de el palmito	7
2.7.	Requerimientos edafológicos de el palmito	8
2.8.	Requerimientos ambientales de el palmito	9
2.8.1.	<i>Humedad y precipitación</i>	9
2.8.2.	<i>Temperatura y luminosidad</i>	9
2.9.	Manejo del vivero	9
2.9.1.	<i>Propagación sexual</i>	9
2.9.2.	<i>Selección de frutos para semilla</i>	9
2.9.2.1.	<i>Selección de palmas progenitoras</i>	9
2.9.2.2.	<i>Madurez de los frutos</i>	9
2.9.2.3.	<i>Recolección o cosecha de frutos</i>	10
2.9.2.4.	<i>Selección de frutos para la obtención de semillas</i>	10
2.9.3.	<i>Extracción, tratamiento y germinación de la semilla</i>	10
2.9.4.	<i>Germinación en camas</i>	11
2.9.5.	<i>Establecimiento y manejo de vivero</i>	11
2.9.5.1.	<i>Sistemas de eras o camas</i>	11
2.9.5.2.	<i>Sistema de bolsas</i>	12
2.9.5.3.	<i>Localización</i>	12
2.9.5.4.	<i>Numero de semillas y área necesaria</i>	12
2.9.5.5.	<i>Siembra de las semillas</i>	12
2.9.5.6.	<i>Riego</i>	13
2.9.5.7.	<i>Sombrío</i>	13
2.9.5.8.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	13
2.9.5.9.	<i>Control de malezas</i>	14
2.9.5.10.	<i>Fertilización</i>	14
2.9.5.11.	<i>Selección de plántulas aptas para la siembra</i>	15
2.10.	Índice de Dickson	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1.	Características del lugar	16
3.1.1.	<i>Localización</i>	16
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	16
3.1.3.	<i>Características climatológicas</i>	16
3.2.	Materiales y equipos	16
3.2.1.	<i>Materiales de campo</i>	16
3.2.2.	<i>Equipos de campo</i>	16
3.2.3.	<i>Materiales y equipos de escritorio</i>	17
3.3.	Metodología	17
3.3.1.	<i>Calidad de la planta</i>	17
3.3.1.1.	<i>Altura de planta</i>	17
3.3.1.2.	<i>Número de hojas</i>	17
3.3.1.3.	<i>Diámetro de tallo</i>	17
3.3.1.4.	<i>Longitud de la raíz</i>	17
3.3.1.5.	<i>Peso de la planta</i>	17
3.3.1.6.	<i>Peso del área foliar</i>	17
3.3.1.7.	<i>Peso de la raíz</i>	18
3.3.1.8.	<i>Color de la hoja</i>	18
3.3.1.9.	<i>Análisis beneficio costo</i>	18
3.3.2.	<i>Implementación del ensayo</i>	18
3.4.	Diseño experimental	18
3.4.1.	<i>Tratamiento</i>	18
3.4.2.	<i>Análisis estadístico</i>	19

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS Y DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	20
4.1.	Resultados	20
4.1.1.	<i>Análisis de la altura de planta de palmito a nivel de vivero</i>	20
4.1.2.	<i>Análisis del número de hojas de planta de palmito</i>	22
4.1.3.	<i>Análisis del diámetro del tallo</i>	24
4.1.4.	<i>Análisis de la longitud de la raíz</i>	26
4.1.5.	<i>Análisis del peso fresco y seco de la planta</i>	27

4.1.5.1.	<i>Peso fresco</i>	27
4.1.5.2.	<i>Peso seco</i>	27
4.1.6.	<i>Análisis del peso fresco y seco de la raíz</i>	28
4.1.6.1.	<i>Peso fresco</i>	28
4.1.6.2.	<i>Peso seco</i>	29
4.1.7.	<i>Análisis del peso fresco y seco del área foliar</i>	29
4.1.7.1.	<i>Peso fresco</i>	29
4.1.7.2.	<i>Peso seco</i>	30
4.1.8.	<i>Color de la hoja</i>	31
4.1.9.	<i>Índice de calidad de Dickson</i>	32
4.1.10.	<i>Análisis económico beneficio costo</i>	33
4.2.	Discusión	34

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1.	Conclusiones	36
5.2.	Recomendaciones	37

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Delineamiento del diseño experimental	19
Tabla 4-1: Análisis de altura de planta de palmito a los 30 días	20
Tabla 4-2: Análisis de altura de planta de palmito a los 60 días	20
Tabla 4-3: Análisis de altura de planta de palmito a los 90 días	21
Tabla 4-4: Prueba de Tukey al 5% para altura de planta de palmito a los 90 días	21
Tabla 4-5: Análisis del número de hojas de planta de palmito a los 60 días	22
Tabla 4-6: Análisis del número de hojas de planta de palmito a los 90 días	23
Tabla 4-7: Prueba de Tukey al 5% del número de hojas de planta de palmito a los 90 días	23
Tabla 4-8: Análisis del diámetro del tallo de planta de palmito a los 60 días	24
Tabla 4-9: Análisis del diámetro del tallo de planta de palmito a los 90 días	25
Tabla 4-10: Prueba de Tukey al 5% del diámetro del tallo de planta de palmito a los 90 días ..	25
Tabla 4-11: Análisis de la longitud de la raíz de planta de palmito a los 90 días	26
Tabla 4-12: Análisis del peso fresco de la planta de palmito a los 90 días	27
Tabla 4-13: Análisis del peso seco de la planta de palmito a los 90 días	27
Tabla 4-14: Análisis del peso fresco de la raíz de planta de palmito a los 90 días	28
Tabla 4-15: Análisis del peso seco de la raíz de planta de palmito a los 90 días	29
Tabla 4-16: Análisis del peso fresco del área foliar de planta de palmito a los 90 días	29
Tabla 4-17: Análisis del peso seco del área foliar de planta de palmito a los 90 días	30
Tabla 4-18: Rango de color de la hoja de planta de palmito	31
Tabla 4-19: Análisis del índice de calidad de Dickson de planta de palmito	32
Tabla 4-20: Prueba de Tukey al 5% del índice de calidad de Dickson de planta de palmito	32
Tabla 4-21: Análisis económico beneficio costo	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Altura de la planta	22
Ilustración 4-2: Número de hojas de la planta	24
Ilustración 4-3: Diámetro del tallo	26
Ilustración 4-4: Peso fresco y seco de la planta	28
Ilustración 4-5: Peso fresco y seco del área foliar de la planta	30
Ilustración 4-6: Color de la hoja de la planta a los 90 días	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DEL SITIO DEL ENSAYO

ANEXO B: TOMA DE DATOS

ANEXO C: PROCESO DE LABORATORIO

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la calidad de planta de palmito *Bactris gasipaes* KUNTH con dos sustratos y dos microorganismos a nivel de vivero, para la cual se utilizó semilla pre germinada, el sustrato productor es realizado dentro de la finca donde se instaló el ensayo y para el segundo sustrato se utilizó tierra para sembrar. Los microorganismos utilizados fueron *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar bifactorial donde se evaluó la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de raíz, peso fresco y seco del área foliar, peso fresco y seco de la raíz y color de hoja; para determinar la calidad de planta se utilizó el índice de Dickson. Se realizó el análisis económico beneficio costo. Los resultados fueron: El sustrato productor como mejor sustrato teniéndose la mayor altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo. *Trichoderma harzianum* presenta la mayor eficacia considerando que se presenta el mayor valor de altura de planta, el número de hojas, el diámetro de tallo y el índice de Dickson. El tratamiento que corresponde al sustrato productor y *Trichoderma harzianum* en base al análisis económico resulta el más rentable ya que logra obtener un beneficio costo de 1.86 siendo el mejor frente a los demás tratamientos. Se recomienda realizar un análisis del sustrato para determinar el contenido de nutrientes que este puede aportar a las plantas de palmito a nivel de vivero.

Palabras clave: <PEJIBAYE>, <(Bactris gasipaes)>, <Trichoderma harzianum>, <Trichoderma viride>

0619-DBRA-UPT-2024

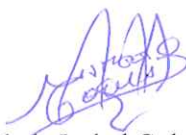
05-06-2024



SUMMARY

This investigation aimed to evaluate the quality of peach palm plant *Bactris gasipaes* KUNTH with two substrates and two microorganisms at nursery level, for which pre-germinated seed was used, the producer substrate is made in the farm, place in which the trial was installed, for the second substrate soil was used to sow. The microorganisms used were *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride*. For the statistical analysis, a completely randomised bifactorial design was used to evaluate plant height, stem diameter, number of leaves, root length, fresh and dry weight of the leaf area, fresh and dry weight of the root and leaf colour. The Dickson index was used to determine plant quality as well as and economic cost-benefit analysis was carried out. The results established that the producer substrate was the best substrate with the greatest plant height, number of leaves and stem diameter. *Trichoderma harzianum* was the most effective treatment, with the highest values for plant height, number of leaves, stem diameter and Dickson's index. The treatment that corresponds to the substrate producer and *Trichoderma harzianum* on the basis of the economic analysis turns out to be the most profitable since it manages to obtain a benefit cost of \$1.86, so it was the best treatment. It is recommended to carry out an analysis of the substrate to determine the nutrient content that it can provide to the peach palm plants at nursery level.

Key words: <PEJIBAYE>, <*Bactris gasipaes*>, <*Trichoderma harzianum*>, <*Trichoderma viride*>.



Esthela Isabel Colcha Guashpa

0603020678

INTRODUCCIÓN

El cultivo de palmito, conocido botánicamente como *Bactris gasipaes* Kunth, presenta un destacado potencial para diversificar la agricultura en suelos ácidos ubicados en regiones con altos niveles de lluvia. Esto se debe a su robustez y habilidad para adaptarse a las restricciones de fertilidad del suelo. Estas cualidades, junto con el valor del palmito, han motivado su cultivo y procesamiento industrial. (Clement, 1997)

Este cultivo ha experimentado un crecimiento significativo en Ecuador, consolidándose como un producto cada vez más importante en las exportaciones no tradicionales. No hay datos disponibles sobre la influencia de microorganismos benéficos en la producción plantas de palmito a nivel de vivero. Los suelos destinados a este cultivo muestran signos de degradación, erosión y, en muchos casos, compactación considerando que es un cultivo perenne que requiere de varias prácticas culturales entre ellas la aplicación de plaguicidas o fertilizantes, lo que resulta en un aumento de los costos de producción. (Paillacho Cedeño, 2010)

Una buena producción de palmito está vinculada con la calidad de las plantas generadas en el vivero. Por lo que es necesario contar con información centrada en la calidad de las plantas de palmito, el tipo de sustrato y microorganismos aplicados a nivel de vivero para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de palmito.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El productor de palmito se enfrenta a dificultades de contar con plantas de palmito de calidad para el establecimiento del cultivo en las diferentes zonas productoras, el cantón Puerto Quito no es una excepción de ello, la superficie destinada a este cultivo aproximadamente es de 3000 hectáreas con fines de exportación; al no contar con esta información sobre la calidad de planta surge la necesidad de realizar investigación a nivel de vivero, que incluya el tipo de sustrato y los microorganismos que se puedan utilizar para la obtención de plantas de calidad. La investigación en esta área se torna esencial para mejorar y optimizar la producción de palmito, contribuyendo así al éxito y sostenibilidad de las plantaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Evaluar la calidad de planta de palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) con dos sustratos y dos microorganismos a nivel de vivero.

1.2.2 Específicos

- Determinar el mejor sustrato en la producción de plantas de palmito a nivel de vivero.
- Evaluar el microorganismo con mayor eficacia en la calidad de planta de palmito a nivel de vivero.
- Realizar el análisis económico C/B

1.3 Justificación

La investigación en el campo de la producción de plantas de palmito en vivero se justifica por la actual dificultad que enfrenta el productor en la obtención de plantas de calidad para el establecimiento del cultivo en el sector denominado Agrupación Los Ríos perteneciente al cantón Puerto Quito. Se carece de información detallada sobre la calidad de las plantas a nivel de vivero.

Ante esta situación, se hace necesario investigar sobre la calidad de planta de palmito (*Bactris gasipaes* Kunth) con dos sustratos y dos microorganismos a nivel de vivero. Lo cual contribuirá a superar las dificultades actuales en la obtención de plantas de calidad.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Nula

La calidad de planta de palmito a nivel de vivero no depende de los microorganismos ni de los sustratos.

1.4.2 Alternativa

Al menos uno de los sustratos o de los microorganismos influye en la calidad de planta de palmito a nivel de vivero.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Qué es evaluar.

Se trata de un procedimiento empleado de manera sistemática para evaluar el mérito, valor y relevancia de una labor, capacidad intelectual o aptitud física. Este proceso se lleva a cabo siguiendo normativas establecidas, guiando hacia un juicio de valor que se expresa a través de la opinión de que dicho elemento es significativo o importante para el individuo. Para alcanzar este juicio, se examina cómo un objeto cumple con un conjunto específico de criterios. De esta manera, la evaluación se caracteriza fundamentalmente por ser comparativa y cuantitativa. (De la Garza Vizcaya, 2004)

2.2 Sustrato

Se trata de una capa que se encuentra debajo de otra y tiene la capacidad de ejercer cierta influencia sobre ella. Además, la idea de estrato hace alusión a un nivel o capa de algo, o al conjunto de elementos que se combina con otros anteriores para formar una entidad. (Pérez Porto, 2010)

2.2.1 Tipos de sustrato

Existen diversas variedades de sustratos aplicables en el ámbito de la botánica. A continuación, se enumeran los más frecuentes:

2.2.1.1 Agua

La planta depende crucialmente del agua, que no solo es un elemento fundamental, sino que también puede desempeñar el papel de sustrato natural. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.2 Turbas

Las turbas son restos de plantas que han experimentado un proceso de descomposición natural y poseen un alto contenido de materia orgánica. Se clasifican principalmente en dos tipos: negras y rubias, aunque comúnmente se combinan entre sí y con otros elementos. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.3 Arcilla expandida

Se compone de pequeñas esferas que oscilan entre 2 y 10 mm de diámetro, con una capacidad reducida para retener agua. Suele combinarse con turbas para mejorar la capacidad de drenaje. Se trata de un sustrato inerte, sirviendo como un soporte para la planta, pero sin proporcionar nutrientes. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.4 Arena

La arena, especialmente la proveniente de ríos, puede ser un sustrato ideal para varias plantas gracias a su capacidad moderada de retención de líquidos. Por lo general, está compuesta por pequeñas piedras con dimensiones que oscilan entre 0,5 y 2 mm. Además, es común combinarla con turba para crear un sustrato adecuado para macetas. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.5 Corteza de pino

Haciendo uso de los residuos generados por la industria maderera, se emplea la corteza de pino como sustrato. Se aconseja optar por la corteza de pino compostada, ya que brinda resultados superiores en términos generales. Este material altamente poroso resulta ideal para plantas que requieren una mayor circulación de aire. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.6 Fibra de coco

Debido a su aspecto peludo, la fibra de coco es ampliamente empleada como sustrato para semilleros, especialmente cuando se combina con turba y material orgánico. Tiene la capacidad de retener agua hasta 3 o 4 veces su peso. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.7 Grava

Es una opción completamente válida en lugar de utilizar arena de río. Generalmente, se encuentran pequeñas rocas con dimensiones de 5 a 15 mm. La piedra pómez (también conocida como tepojal) y el cuarzo son las variedades más comúnmente utilizadas. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.8 Tierra volcánica

Es un sustrato natural altamente poroso utilizado sin modificaciones. Normalmente, presenta un pH ligeramente ácido, lo que disminuye significativamente la capacidad de retención de agua. No obstante, se debe tener precaución al utilizar este tipo de sustrato, ya que su acidez puede complicar su uso con algunas plantas y hortalizas. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.9 Lana de roca

Al fusionar rocas basálticas, calcáreas y carbón a temperaturas superiores a 1600 °C, se produce la lana de roca. Se trata de un material artificial uniforme que posee una alta capacidad de retención de agua, aunque su durabilidad es limitada a solo 3 años. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.10 Perlita

Si estás buscando utilizar sustratos con mayor durabilidad y propiedades similares, es posible que encuentres interesante la perlita. Este sustrato artificial de baja densidad tiene una capacidad

significativa de retención de agua, mantiene un pH neutro (lo que lo hace muy versátil), se puede combinar con turba para mejorar sus características, y tiene una mayor resistencia temporal en comparación con la lana de roca. Es relevante destacar que la perlita es un sustrato químicamente activo, lo que implica que aporta nutrientes a la planta para promover un crecimiento más robusto y saludable. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.11 Poliestireno expandido

Es un sustrato plástico constituido por pequeñas partículas blancas de 4 a 12 mm. Exhibe una baja retención de agua y su pH se encuentra por encima de 6. Es comúnmente utilizado como aditivo para mejorar la aireación de las plantas. (Vadecultivo, 2022)

2.2.1.12 Vermiculita

A pesar de su propensión a compactarse con el tiempo, la vermiculita se presenta como una opción más fina en comparación con la perlita. Al igual que el poliestireno expandido, tiene la capacidad de retener agua y mejorar la aireación de la planta. (Vadecultivo, 2022)

2.3 Microorganismos

2.3.1 Descripción de Trichoderma harzianum

Hongo benéfico para las plantas, utilizado como agente de control biológico contra distintos patógenos vegetales. Empleado en aplicaciones foliares, tratamiento de suelos y semillas para el control de diversas enfermedades ocasionadas por hongos. Determinados productos comerciales que contienen este hongo han demostrado ser eficaces en el control de *Botrytis*, *Fusarium* y *Penicillium* sp. Además, se aprovecha para la obtención de enzimas de utilidad industrial. (Yuedidía, 1999)

2.3.2 Descripción de Trichoderma viride

Se trata de un hongo con propiedades biofungicidas que se emplea en el tratamiento de semillas y suelos para la prevención de diversas enfermedades originadas por hongos patógenos. Su actividad fungicida lo convierte en una herramienta valiosa para el control biológico de hongos patógenos en plantas. Se ha evidenciado su eficacia en la protección contra patógenos como *Rhizoctonia*, *Pythium* e incluso *Armillaria*. Se halla de forma natural en el suelo y es efectivo como tratamiento de semillas para el manejo de enfermedades transmitidas por las semillas y el suelo, abarcando especies como *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina Phaseolina* y *Fusarium*. (S., 2006)

2.4 Calidad de planta

Hace referencia a las características morfológicas y fisiológicas apropiadas que permiten a las plantas sobrevivir y desarrollarse de manera satisfactoria en las condiciones ambientales y ecológicas del entorno donde serán cultivadas. (Reyes-Reyes, 2022)

2.5 Descripción botánica de el palmito

El palmito es una palma que se origina en el trópico de América. Investigaciones indican que su distribución natural abarca desde el centro de Bolivia hasta el norte de Costa Rica y el sur de Nicaragua. No obstante, determinar su distribución natural ha sido a veces complicado debido a que esta palma fue domesticada y comercializada desde épocas precolombinas. Su crecimiento se da en lugares cálidos con abundantes precipitaciones y suelos con buen drenaje. (Orozco, 2022)

Es una palma de tipo arbóreo que puede alcanzar una altura de hasta 20 metros y se distingue por tener el tronco cubierto de espinas, una característica propia de las palmas del género *Bactris*. Sus hojas pinnadas pueden llegar a medir hasta 3 metros de longitud. El fruto, una drupa, posee una pulpa comestible que rodea una semilla. (Orozco, 2022)

Se le atribuyen diversas utilidades, aunque en los países de origen es más reconocida por sus frutos comestibles. Estos frutos se cocinan en agua y se consumen solos o con algún condimento. Además, la pulpa se utiliza para elaborar harina, a partir de la cual se pueden preparar diversos platos. Las semillas también son comestibles y pueden servir como alimento para los animales de granja junto con las cáscaras. Asimismo, la pulpa se aprovecha para la preparación de bebidas. (Orozco, 2022)

La madera resistente del tronco del pejibaye, utilizada en construcciones y para fabricar una variedad de objetos como instrumentos musicales, herramientas de caza o pesca, y artesanías, rodea el núcleo central conocido como corazón de palmito o palmito. Este núcleo es suave y comestible, y actualmente es una de las principales razones por las que se cultiva esta especie. El palmito se emplea como conserva en la preparación de diversos platillos como ensaladas, estofados o rellenos de empanadas. (Orozco, 2022)

2.6 Requerimientos nutricionales de el palmito

Es crucial asegurar una nutrición adecuada para las plantas durante la fase de vivero, con el objetivo de obtener plantas saludables y vigorosas. En estas condiciones, se busca un suelo de calidad con características físicas óptimas, es decir, que sea fértil, friable y poroso, con una textura que varíe de franco a franco arenoso, y que cuente con un contenido adecuado de materia orgánica

y bases de intercambio, evitando problemas de acidez. Durante esta etapa, el nitrógeno y el fósforo son los elementos más críticos para asegurar el adecuado crecimiento de las plantas. (Ramirez, 2015)

El nitrógeno facilita un rápido desarrollo vegetativo, mientras que el fósforo estimula el crecimiento del sistema de raíces. (Ramirez, 2015)

A pesar de que una plántula de chontaduro permanece en el vivero durante un breve lapso antes de ser trasplantada definitivamente (de 4 a 6 meses) y que, en sus primeras etapas, se nutre del endospermo, en este periodo se deben planificar de tres a cuatro aplicaciones de fertilizantes, considerando la fertilidad del suelo y el estado nutricional de las palmas. (Ramirez, 2015)

CORPOICA - Centro de Investigación El Mira, Tumaco, llevó a cabo experimentos utilizando un suelo con propiedades químicas específicas, enfocándose en la evaluación de fuentes químicas y orgánicas durante la fase de vivero. (Ramirez, 2015)

Los resultados obtenidos en la fertilización de viveros de chontaduro destinados al cultivo de palmito indican que el triple 15 (15-15-15) es un fertilizante apropiado para lograr el desarrollo óptimo de las plántulas. Se recomienda iniciar la aplicación de este fertilizante dos meses después de sembrar las plántulas, utilizando una dosis inicial de 2 gramos por bolsa de un kilogramo de suelo. Posteriormente, se sugiere aumentar la dosis en un gramo por bolsa mensualmente hasta alcanzar entre 4,0 y 6,0 gramos por bolsa a los 4 o 6 meses de edad, respectivamente. La aplicación del fertilizante debe realizarse en forma de corona si las plántulas se siembran en bolsas o en bandas si el vivero se encuentra en camas. Se debe tener precaución para evitar que el fertilizante entre en contacto con las hojas de las plántulas y cause quemaduras foliares. (Ramirez, 2015)

Asimismo, los resultados indicaron una alternativa para la aplicación de fertilizantes mediante la vía foliar, utilizando un compuesto completo como el 30-7-6 (N P K) a una dosis de 10 gramos por litro de agua. Esta aplicación se inicia dos meses después de la siembra, ya sea en bolsas o camas, y se repite semanalmente con la misma dosis hasta que las plantas alcancen una edad de cuatro a seis meses. Con una solución de 20 litros, es posible rociar entre 1.800 plantas de dos meses hasta 750 plantas de cinco meses de edad. (Ramirez, 2015)

2.7 Requerimientos edafológicos de el palmito

Se desenvuelve de manera favorable en suelos ácidos con un pH que oscile entre 4 y 7.2, siempre y cuando presenten una profundidad adecuada (superior a 50 cm), buen drenaje, y sean permeables, con textura ya sea franco arenoso o franco arcilloso. (Barahona, 1992)

2.8 Requerimientos ambientales de el palmito

2.8.1 Humedad y precipitación

El palmito suele encontrarse con mayor frecuencia en regiones donde las precipitaciones anuales oscilan entre 2,000 y 5,000 mm, con altas concentraciones de humedad atmosférica (80%). Durante períodos secos, experimenta un retraso en su crecimiento y se deshidrata, lo que conduce a una notable disminución en su rendimiento debido a la pérdida de peso. (H, 1993)

2.8.2 Temperatura y luminosidad

Para un desarrollo óptimo, se necesitan temperaturas ambientales que se sitúen entre los 26 y 28 °C, y un total de 2,000 horas de luz al año. Durante su período de crecimiento, no es necesario proporcionarle sombra. (H, 1993)

2.9 Manejo del vivero

2.9.1 Propagación sexual

La propagación a través de semillas es el método más comúnmente utilizado, aunque tiene la desventaja de generar un material con gran variabilidad y falta de uniformidad. La falta de disponibilidad de materiales mejorados ha llevado a la utilización de semillas recolectadas de frutos provenientes de plantaciones o de plantas aisladas que se encuentran en huertos familiares o en estado semisilvestre. (Reyes R, 2002)

2.9.2 Selección de frutos para semilla

En la actualidad, al iniciar un cultivo de chontaduro, se utiliza la totalidad de la semilla disponible. Se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

2.9.2.1 Selección de palmas progenitoras

Las semillas deben extraerse de frutos provenientes de palmas seleccionadas con base en características específicas para la producción de frutos, tales como un crecimiento rápido, tallo largo y de buen diámetro, además de una adaptabilidad adecuada a las condiciones locales de clima y suelo, y estar libres de plagas y enfermedades. (Reyes R, 2002)

2.9.2.2 Madurez de los frutos

Los frutos destinados a la extracción de semillas deben ser cosechados una vez que alcancen su plena madurez, es decir, aproximadamente 3 a 4 meses después de la polinización natural. (Reyes R, 2002)

2.9.2.3 Recolección o cosecha de frutos

Una vez que se han elegido palmas progenitoras específicas, se inicia el proceso de selección y recolección secuencial de los frutos. Se recomienda cosechar los racimos de manera oportuna para extraer las semillas en el menor tiempo posible, con el objetivo de evitar almacenamientos prolongados que puedan resultar en la pérdida de viabilidad o vigor germinativo. (Reyes R, 2002)

2.9.2.4 Selección de frutos para la obtención de semillas

La maduración de los frutos no ocurre de manera uniforme en el racimo, por lo que se aconseja elegir las semillas de los frutos ubicados en el centro del racimo, descartando aquellos que son delgados o muestran una coloración diferente al resto. En algunos casos, la mayoría de los frutos en el racimo alcanzan un desarrollo óptimo, minimizando la cantidad de frutos descartados. Asimismo, hay racimos con frutos que han madurado completamente, pero mantienen un color verde y no contienen semillas, conocidos como frutos "machos" o partenocárpicos, los cuales no deben utilizarse para este propósito. (Reyes R, 2002)

2.9.3 Extracción, tratamiento y germinación de la semilla

Una vez seleccionados los frutos, se procede a abrirlos con una navaja o cuchillo afilado para facilitar la extracción de cada semilla y aprovechar la pulpa con fines alimenticios. Después de extraer la semilla, se sumerge en agua limpia para descartar aquellas que floten en la superficie. Dado que la semilla tiene pulpa adherida, es necesario retirarla mediante un proceso de fermentación, que implica sumergirla en agua durante dos a tres días. Durante este periodo, la pulpa se fermenta y ablanda, permitiendo que pueda ser retirada manualmente con un cepillo de cerdas duras. Para eliminar los olores asociados a la fermentación de la pulpa y contrarrestar la acción bacteriana, se sugiere agregar entre 15 y 20 cm³ de hipoclorito de sodio comercial por cada litro de agua utilizada en dicho proceso. (Reyes R, 2002)

Es crucial prestar atención para eliminar la pulpa que se acumula en las depresiones de los tres poros presentes en cada semilla. Al finalizar este procedimiento, se enjuaga la semilla con agua limpia. Una vez que la semilla está libre de pulpa, se lleva a cabo un pretratamiento sumergiéndola en una solución al 15% de hipoclorito de sodio durante cinco minutos. Luego, se deja secar durante 24 horas en una superficie limpia y a la sombra. En la fase de establecimiento de viveros para el cultivo de chontaduro, es común utilizar semillas germinadas. Se recomienda iniciar el proceso de germinación después de finalizar la extracción y limpieza, ya que el almacenamiento prolongado puede afectar negativamente el porcentaje de germinación. En caso de ser necesario almacenar las semillas, se puede realizar en bodegas bajo sombra, pero no por más de cuatro meses. (Reyes R, 2002)

2.9.4 Germinación en camas

Las camas son estructuras elevadas con dimensiones de 1,20 metros de ancho, 0,15 a 0,25 metros de altura y una longitud de 10 metros. Se emplean diversos sustratos, siendo la arena y el suelo los más comunes. La distancia entre siembras de las semillas varía según si la fase de vivero se realiza en bolsas plásticas o directamente en la cama. En este último caso, se utiliza para obtener plantas destinadas al trasplante a raíz desnuda. (Reyes R, 2000)

En el primer escenario, la fase de cama se considera como una etapa de pre vivero, con distancias de 3 cm entre las semillas y de 7 a 8 cm entre las hileras, logrando una densidad de 400 semillas por metro cuadrado. Las plantas se retiran cuando alcanzan dos hojas para ser trasplantadas en bolsas. En el segundo caso, la distancia de siembra es de 20 cm entre las hileras y de 10 cm entre las plantas. Con esta configuración, después de cinco meses se obtienen plantas bien desarrolladas, idóneas para el trasplante a raíz desnuda. (Reyes R, 2000)

En las camas, es posible alcanzar un porcentaje de germinación superior al 70%. El proceso de germinación generalmente se inicia alrededor de los 45 días después de la siembra y continúa de manera gradual. Se recomienda mantener la cama a la intemperie, con niveles adecuados de humedad, y, si es posible, cubrir la zona donde se ha sembrado la semilla con material vegetal, como las hojas de plátano. Debe realizarse una inspección regular para cubrir las semillas que puedan quedar expuestas debido al riego o la lluvia. Al realizar esta cobertura, es esencial evitar el uso de hojas de palmas nativas, ya que podrían estar contaminadas con hongos como *Curvularia* sp., que a su vez podrían afectar a las plántulas de chontaduro. (Reyes R, 2000)

2.9.5 Establecimiento y manejo de vivero

La fase de vivero constituye el pilar esencial de un cultivo perenne, ya que en este período se obtiene el material apropiado que perdurará en el lugar definitivo durante un extenso lapso. En términos generales, se emplean dos métodos para la creación de viveros de chontaduro:

2.9.5.1 Sistemas de eras o camas

Según la cantidad de semillas a sembrar, se trazan camas de 1,20 metros de ancho, con la longitud requerida y una altura de 10 a 12 centímetros. Se deja un espacio de 30 a 40 centímetros entre cada cama, y cada 25 metros o 10 camas se establece un pasillo de 1 a 2 metros de ancho para facilitar el desplazamiento de los trabajadores encargados del mantenimiento. Cada cama puede estar delimitada por guadas, formando un marco. Después, se repica el fondo de la cama hasta una profundidad de 20 a 25 centímetros, manteniendo el suelo suelto. Para llenar la cama, se

pueden emplear los siguientes sustratos: a) 100% de suelo; b) 50% de suelo y 50% de arena; c) 50% de suelo y 50% de cisco o aserrín de madera, y d) 100% de arena. (Reyes R, 2000)

2.9.5.2 Sistema de bolsas

En este método se emplean bolsas de polietileno negro que tienen dimensiones de 15 cm x 20 cm y pueden contener hasta un kilogramo de suelo. El sustrato utilizado para llenar las bolsas debe ser suelto, exento de terrones, y proviene de suelo franco arenoso o de una combinación equitativa con arena. En algunas ocasiones, agricultores de la región de Tumaco añaden un saco de 50 kg de Fosforita Huila por cada 4 m³ de sustrato con el objetivo de enriquecerlo. (Reyes R, 2000)

En ambos sistemas, se llevan a cabo los siguientes procedimientos:

2.9.5.3 Localización

El vivero debe estar localizado cerca de una fuente de agua permanente, preferiblemente cerca al sitio de siembra definitiva. Además, es conveniente que el terreno sea plano, libre de obstáculos y malezas, no presentar problemas de encharcamientos y tener facilidad de acceso. Debe estar protegido de animales silvestres y domésticos. En caso de presentarse problemas de nivel freático, se deben trazar y construir drenajes para evacuar el agua en exceso que se pueda acumular después de fuertes lluvias. (Reyes R, 2000)

2.9.5.4 Numero de semillas y área necesaria

En el contexto de plantaciones destinadas a la producción de frutos, se recomienda contar con un excedente del 10% al 15% de la cantidad de semillas necesarias por hectárea. Por ejemplo, para sembrar 400 palmas/ha (con una distancia de 5,0 m entre plantas y líneas), se deberían disponer de al menos 440 a 460 semillas germinadas. Esta reserva adicional permite hacer frente a posibles pérdidas debido al descarte, al desarrollo deficiente de plántulas, a ataques de plagas y enfermedades, a descartes previos a la siembra y a reservas para posibles resiembras. En el caso de viveros en camas, el espacio necesario es mínimo. En una cama de 1,20 metros de ancho por 10 metros de largo, se pueden sembrar 5.000 semillas con una separación de 5 cm entre ellas. Por otro lado, en el caso de las bolsas, estas se pueden organizar en hileras de 10 bolsas por el largo deseado. Por ejemplo, un área de 1,20 metros de ancho por 10 metros de largo puede albergar aproximadamente 1.000 bolsas de vivero, cada una con dimensiones de 10 cm de ancho por 20 cm de altura. (Reyes R, 2000)

2.9.5.5 Siembra de las semillas

Cuando se emplea semilla germinada, se procede a sembrar cuidadosamente asegurándose de que la raíz primaria esté dirigida hacia abajo y la plúmula hacia arriba. En el caso de viveros en camas,

las semillas se disponen individualmente sobre el sustrato a una profundidad de 2,0 cm, y posteriormente se cubren. Es esencial que todas las semillas queden orientadas en la misma dirección para favorecer un desarrollo óptimo de las plántulas. Se prosigue trazando surcos hasta completar la siembra, manteniendo una separación entre semillas de 3,0 a 5,0 cm. En viveros con bolsas, se siembra una semilla germinada por cada bolsa después de humedecer el sustrato. Los agujeros de siembra pueden realizarse con el dedo o mediante el uso de una estaca de madera. (Reyes R, 2000)

2.9.5.6 *Riego*

En los primeros días posteriores a la siembra o germinación de las semillas o plántulas, y según las condiciones de lluvia, es esencial realizar riegos diarios para mantener una adecuada humedad. Después de esta fase inicial, se debe mantener el vivero lo suficientemente húmedo, sin la necesidad de regar diariamente. Durante el verano, la frecuencia de riego debe aumentar, llegando incluso a realizarse hasta dos veces al día. Es crucial conocer la calidad del agua utilizada para el riego en el vivero, evitando el uso de aguas con altos niveles de sales solubles o contaminadas con residuos industriales, especialmente metales pesados. (Reyes R, 2000)

2.9.5.7 *Sombrio*

La zona destinada para la creación del vivero puede contar con un sistema de sombreado elaborado con elementos vegetales, como guadua y hojas de palmeras, o mediante el uso de materiales sintéticos como mallas de polipropileno. La finalidad es regular la exposición a la luz solar, de modo que, conforme las plántulas crecen, se reduzca gradualmente la sombra, permitiendo que reciban la cantidad de luz necesaria de acuerdo con sus requerimientos fisiológicos. (Reyes R, 2000)

2.9.5.8 *Control de plagas y enfermedades*

Se aconseja realizar inspecciones periódicas en el vivero, al menos una vez por semana, para identificar posibles problemas como plagas (como la hormiga arriera, insectos que consumen o raspan las hojas, escamas, chupadores, ácaros y roedores) y enfermedades causadas por hongos presentes en el suelo (*Phytophthora* sp., *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp.) o en las hojas (*Curvularia* sp., *Cercospora* sp.), los cuales podrían reducir significativamente la cantidad de palmas aptas para el trasplante. Como medida preventiva, se debe erradicar cualquier fuente potencial de infección en el área del vivero, como malezas, palmas enfermas y desechos que podrían servir de hospederos para plagas y enfermedades. Si el manejo del vivero ha sido apropiado, la incidencia mencionada no se considera de relevancia económica. Factores como la ubicación del vivero en áreas con drenaje deficiente, las bolsas plásticas de vivero que carecen de un drenaje adecuado y los desequilibrios nutricionales en las plantas son elementos que favorecen la aparición de

problemas que afectan a las palmas de vivero. Además, ciertas especies de roedores silvestres pueden representar un inconveniente significativo al alimentarse de las semillas en germinación y del tallo a la altura del cuello de las plantas jóvenes, lo que resulta en su muerte. Para prevenir y controlar estos ataques, se recomienda el uso de cebos o trampas. (Reyes R, 2000)

2.9.5.9 Control de malezas

El manejo de las malezas requiere intervenciones tanto dentro de las eras como en los espacios entre ellas y alrededor del vivero. Dichas intervenciones pueden llevarse a cabo de forma manual, mecánica o mediante el uso de herbicidas. Es posible emplear formulaciones comerciales de glifosato (4 l/ha), siempre tomando las precauciones necesarias durante la aplicación. (Reyes R, 2000)

2.9.5.10 Fertilización

La gestión apropiada de la fertilización en la fase de vivero debe asegurar la producción de plántulas saludables y vigorosas, con un sistema radicular bien desarrollado y un follaje verde y robusto. Inicia con la selección de un sustrato que posea buenas características físicas (textura franca a franco arenosa, suelto, friable y poroso) y alta fertilidad (contenido adecuado de materia orgánica y sin problemas de acidez). La inclusión de residuos orgánicos, como gallinaza, lombricomposta y desechos de palmas, puede mejorar tanto las propiedades físicas como químicas del suelo utilizado en el vivero. Durante esta fase, los elementos más cruciales para el óptimo crecimiento de las plantas son el nitrógeno y el fósforo. El nitrógeno facilita un crecimiento vegetativo rápido, mientras que el fósforo promueve el desarrollo del sistema radicular. (REYES C., 2000)

Durante varias semanas posteriores a la germinación o siembra de la semilla, la plántula se nutre exclusivamente del endospermo; no obstante, poco tiempo después de la germinación, las raíces adquieren la capacidad de absorber los nutrientes presentes en el suelo. A pesar del periodo relativamente breve que la plántula de chontaduro permanece en el vivero antes de su trasplante al lugar definitivo (4 a 6 meses), es posible planificar un adecuado programa de fertilización para aplicar a las plántulas en desarrollo. Considerando las características físico-químicas del suelo o sustrato utilizado en la siembra de la semilla, los profesionales técnicos pueden sugerir a los agricultores las fuentes y cantidades de fertilizantes a utilizar, después de una evaluación previa. Son beneficiosos los fertilizantes sintéticos que incorporan varios elementos en su composición, como el 15-15-15 o 17-6-18-2. Se recomienda comenzar con dosis bajas (1 a 2 g/plántula) cuando las plántulas alcanzan dos meses de edad, aumentando gradualmente la dosis con el tiempo (1 g/mes), hasta llegar a 4,0 a 6,0 g/planta después de 4 a 6 meses. La aplicación de fertilizante se realiza en corona si la plántula se encuentra en bolsas, o en bandas si el vivero está dispuesto

sobre eras. Para evitar posibles daños foliares, es fundamental evitar que el fertilizante entre en contacto directo con las hojas de las plántulas. Además, se han obtenido resultados positivos mediante la fertilización foliar, utilizando la fórmula 30-7-6 en dosis de 10 g/l de agua, comenzando las aplicaciones dos meses después de la siembra y repitiéndolas semanalmente. Con 20 litros de solución, es posible rociar, según la etapa de desarrollo, aproximadamente 1.800 plantas dos meses después de la siembra y 750 plantas cinco meses después de la siembra. Es esencial realizar evaluaciones previas para ajustar la formulación y prevenir posibles daños foliares causados por un manejo inapropiado de este tipo de fertilización. Estas recomendaciones son igualmente válidas si se opta por emplear productos biológicos u otras fuentes orgánicas. Se ha observado que el uso de un sustrato compuesto por un 50% de estiércol de equino compostado y un 50% de suelo, o un 50% de lombricomposta y un 50% de suelo, en las bolsas del vivero, ha proporcionado resultados satisfactorios. (REYES C., 2000)

2.9.5.11 Selección de plántulas aptas para la siembra.

Cuatro a seis meses después de la germinación y al completarse la fase de vivero, las palmas están preparadas para el trasplante al lugar definitivo, y en este momento se debe realizar la selección final, optando por aquellas que presenten hojas con láminas de color verde intenso y tallos robustos en la base. Se aconseja elegir plántulas cultivadas en bolsas para el establecimiento del vivero, ya que esto facilita un desarrollo óptimo, la selección y eliminación de plántulas menos idóneas, reduce el estrés del trasplante y promueve un crecimiento más saludable durante el primer año en el lugar definitivo. (REYES C., 2000)

2.10 Índice de Dickson

Esta medida, formulada (Dixon, 1960), se desarrolla a partir de evaluaciones morfológicas que abarcan la biomasa, la proporción entre la parte aérea y las raíces, la altura y el diámetro, y se determina de la siguiente forma:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (cm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

Se asocian valores elevados con una mayor calidad de la planta. Según (Thompson, 1985), en experimentos llevados a cabo con coníferas, este índice distingue de manera efectiva la posible supervivencia de plantas con distintos tamaños y edades que influye a nivel de plantación.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Características del lugar

3.1.1 Localización

Esta investigación se realizó en la finca Costa Rica 2 del sector Agrupación Los Ríos, del cantón Puerto Quito provincia de Pichincha.

3.1.2 Ubicación geográfica

Altitud: 169 m.s.n.m.

Coordenadas:

Latitud: 0°16'15.4"N

Longitud: 79°15'03.5"W

3.1.3 Características climatológicas

Temperatura media anual: 25 ° C

Precipitación media anual: de 1.500 mm

Humedad relativa: 84%

(Data, 2023)

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materiales de campo

- Fundas de vivero
- Plántulas
- Sustrato
- Piola
- Pala
- Azadón
- Machete
- Tachuelas
- Estacas
- Agenda
- *Trichoderma harzianum*
- *Trichoderma viride*
- Sustratos

3.2.2 Equipos de campo

- Cámara fotográfica

- Bomba de fumigar
- Gramera digital

3.2.3 *Materiales y equipos de escritorio*

- Computadora
- Impresora
- Hojas

3.3 Metodología

3.3.1 *Calidad de la planta*

Para determinar la calidad de planta se considera los siguientes parámetros:

3.3.1.1 *Altura de planta*

Se tomó los datos en centímetros a los 30, 60 y 90 días después de la siembra utilizando un flexómetro tomando la medida desde la superficie del suelo hasta el ápice en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.2 *Número de hojas*

Se tomó los datos a los 60 y 90 días después de la siembra contando el número de hojas desarrolladas en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.3 *Diámetro de tallo*

Se tomó los datos en milímetros a los 60 y 90 días después de la siembra utilizando un calibrador en la parte baja del tallo en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.4 *Longitud de la raíz*

Se tomó los datos en centímetros a los 90 días después de la siembra utilizando un flexómetro tomando la medida desde el corte de la raíz hasta el final de la raíz principal en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.5 *Peso de la planta*

Se tomó los datos en gramos a los 90 días después de la siembra, en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición, se retirará de la funda y la tierra de las raíces dejando únicamente la planta y con una balanza se tomará el peso.

3.3.1.6 *Peso del área foliar*

Se tomó los datos en gramos a los 90 días después de la siembra utilizando, se retiró la funda y la

tierra de la raíz, con la ayuda de una navaja se separó la parte foliar y con una gramera se tomó el peso, posterior a eso se introdujo en la estufa para proceder con el peso seco en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.7 Peso de la raíz

Se tomó los datos en gramos a los 90 días después de la siembra utilizando una planta muestra, se retiró la funda y la tierra, con la ayuda de una navaja se separó la parte radicular y con una gramera se tomó el peso, posterior a eso se introdujo en la estufa para proceder con el peso seco en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.8 Color de la hoja

Se estableció una tabla de colores en tonalidades verdes, esto se lo realizó a los 90 días después de la siembra en 10 plantas de cada tratamiento en cada repetición.

3.3.1.9 Análisis beneficio costo.

El análisis económico se realizó aplicando la relación B/C.

3.3.2 Implementación del ensayo

Para la implementación del ensayo se seleccionó un sitio en la Finca Costa Rica 2 del Cantón Puerto Quito; se prepararon los dos sustratos agregando los microorganismos, se procedió al llenado de las fundas las cuales se colocó en bloques de 30 por tratamiento y repetición. Se procedió a la siembra de una semilla pregerminada por funda. Posterior a esto se realizó la identificación de los tratamientos para el posterior manejo.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo bifactorial, teniendo como factor A los sustratos (del productor y el introducido), y como factor B los microorganismos (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y sin microorganismo), con 3 repeticiones.

3.4.1 Tratamiento

SPTH: Sustrato productor con *Trichoderma harzianum*

SITH: Sustrato introducido con *Trichoderma harzianum*

SPTV: Sustrato productor con *Trichoderma viride*

SITV: Sustrato introducido con *Trichoderma viride*

SPSM: Sustrato productor sin microorganismo

SISM: Sustrato introducido sin microorganismo

Tabla 3-1. Delineamiento del diseño experimental

Diseño	Cantidad
Tratamientos	6
Bloques	3
Unidad experimental	18
Total, de plantas	540
Total, de plantas evaluadas	180

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

3.4.2 Análisis estadístico

Los datos de se obtuvieron fueron analizados mediante un análisis de varianza ANOVA, cuando hubo diferencias entre los tratamientos para la separación de medias se realizó la prueba Tukey al 5%.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS Y DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 *Análisis de la altura de planta de palmito a nivel de vivero*

Tabla 4-1 Análisis de altura de planta de palmito a los 30 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	7	0,01	0,6	0,7468
Bloque	0,01	2	0,01	0,58	0,5787
Sustrato	7,60E-04	1	7,60E-04	0,08	0,7784
Microorganismo	0,01	2	0,01	0,7	0,5188
Sustrato*Microorganismo	0,01	2	0,01	0,77	0,4903
Error	0,09	10	0,01		
Total	0,13	17			
CV	3,83				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de varianza para altura de planta de palmito a los 30 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores. Debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 3,83. (Tabla 4-1).

Tabla 4-2 Análisis de altura de planta de palmito a los 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,26	7	1,47	0,45	0,8509
Bloque	5,06	2	2,53	0,77	0,4873
Sustrato	3,38	1	3,38	1,03	0,3336
Microorganismo	1,2	2	0,6	0,18	0,8349
Sustrato*Microorganismo	0,61	2	0,3	0,09	0,9118
Error	32,74	10	3,27		
Total	43	17			
CV	9,42				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de varianza para altura de planta de palmito a los 60 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores. El p-valor es mayor a 0,05, con un coeficiente de variación de 3,83. Con un coeficiente de variación de 9,42. (Tabla 4-2)

Tabla 4-3 Análisis de altura de planta de palmito a los 90 días.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		121,1	7	17,3	6,94	0,0035
Bloque		1,4	2	0,7	0,28	0,7603
Sustrato		18,85	1	18,85	7,56	0,0205
Microorganismo		83,12	2	41,56	16,68	0,0007
Sustrato*Microorganismo		17,73	2	8,87	3,56	0,0681
Error		24,92	10	2,49		
Total		146,02	17			
CV		3,39				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza de la altura de planta a los 90 días se puede decir que encontramos efecto en los factores sustrato y microorganismo con un p-valor menor de 0,01. Para la interacción sustrato*microorganismo no hay significancia. Con un coeficiente de variación de 3,39. (Tabla 4-3)

Tabla 4-4 Prueba de Tukey al 5% para altura de planta de palmito a los 90 días.

Tratamiento	Medias	E.E.	Grupos		
SPSM	43,54	0,91	A		
SISM	43,69	0,91	A		
SITH	46,14	0,91	A	B	
SITV	46,99	0,91	A	B	C
SPTV	48,62	0,91		B	C
SPTH	50,8	0,91			C

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

La prueba de Tukey al 5 % para altura de planta de palmito a los 90 días muestra que el tratamiento que corresponde al sustrato productor con *Trichoderma harzianum* alcanza la mayor altura de planta con 50,8 cm. La menor altura de planta corresponde a los tratamientos sustrato productor sin microorganismo con 43,54 cm y al sustrato introducido sin microorganismo con 43,69 cm; los demás tratamientos se encuentran en niveles intermedios. (Tabla 4-4) (Ilustración 4-1)

ALTURA DE LA PLANTA

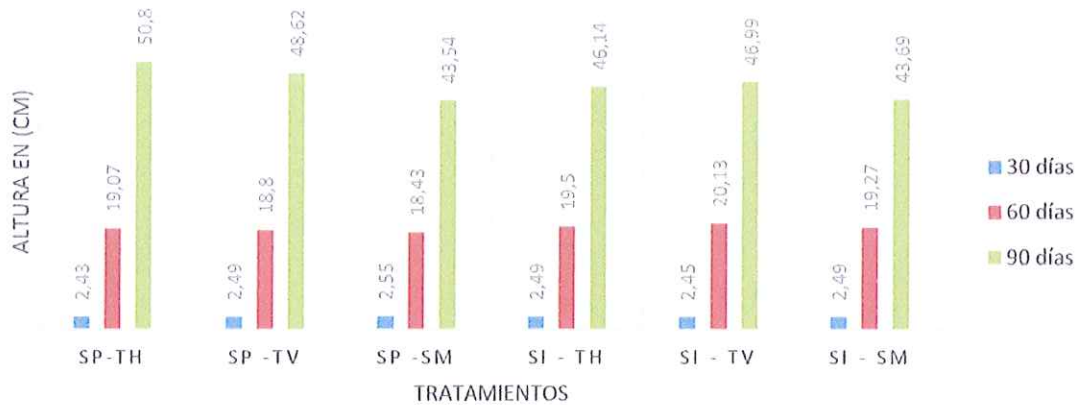


Ilustración 4-1 Altura de la planta

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

A los 30 días el tratamiento sustrato productor sin microorganismo presenta una mayor altura con 2,55 cm. A los 60 días el tratamiento sustrato introducido con *Trichoderma viride* alcanza la mayor altura con 20,13 cm, pero estos valores no son significativos con los demás tratamientos. A los 90 días encontramos significancia donde el tratamiento sustrato productor con *Trichoderma harzianum* alcanza una mayor altura con 50,8 cm frente a los demás tratamientos. (Ilustración 4-1)

4.1.2 Análisis del número de hojas de planta de palmito

Tabla 4-5 Análisis del número de hojas de planta de palmito a los 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,30E-03	7	3,30E-04	1,09	0,4381
Bloque	9,00E-04	2	4,50E-04	1,49	0,2724
Sustrato	1,10E-04	1	1,10E-04	0,36	0,5597
Microorganismo	1,10E-03	2	5,60E-04	1,83	0,2096
Sustrato*Microorganismo	1,80E-04	2	9,00E-05	0,3	0,7496
Error	3,00E-03	10	3,00E-04		
Total	0,01	17			
CV	2,98				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024

Según el análisis de varianza del número de hojas de planta de palmito a los 60 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 2,98. (Tabla 4-5)

Tabla 4-6 Análisis del número de hojas de planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,10E-03	9,57	0,001
Bloque	1,80E-04	2	9,10E-05	0,83	0,4653
Sustrato	5,70E-05	1	5,70E-05	0,52	0,4869
Microorganismo	0,01	2	3,40E-03	31,16	0,0001
Sustrato*Microorganismo	2,80E-04	2	1,40E-04	1,26	0,3258
Error	1,10E-03	10	1,10E-04		
Total	0,01	17			
CV	1,40				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de varianza del número de hojas de planta de palmito a los 90 días se puede decir que encontramos efecto en el factor microorganismo con un p-valor menor a 0,01. No hay efecto en la interacción sustrato*microorganismo. Con un coeficiente de variación de 1,40. (Tabla 4-6)

Tabla 4-7 Prueba de Tukey al 5% del número de hojas de planta de palmito a los 90 días.

Tratamiento	Medias	E.E.	Grupos		
SPSM	0,72	0,01	A		
SISM	0,73	0,01	A	B	
SPTV	0,76	0,01		B	C
SITH	0,76	0,01			C
SITV	0,77	0,01			C
SPTH	0,77	0,01			C

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

La prueba de Tukey al 5 % para el número de hojas de planta de palmito a los 90 días muestra que el tratamiento que corresponde al sustrato productor con *Trichoderma harzianum* alcanza el mayor número de hojas con una media de 0,77. El tratamiento sustrato productor sin microorganismo con una media de 0,72 y el tratamiento sustrato introducido sin microorganismo con media de 0,73 corresponden al menor número de hojas. Los demás tratamientos se encuentran en niveles intermedios. (Tabla 4-7)

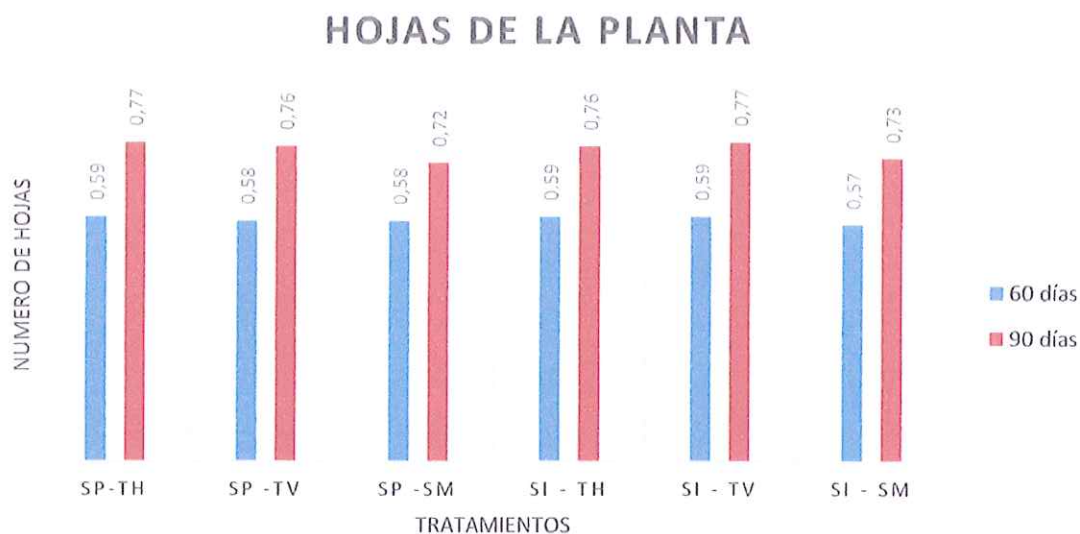


Ilustración 4-2 Número de hojas de la planta

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

En la primera evaluación a los 60 días los tratamientos SP-TH, SI-TH y SI-TV tienen el mejor número de hojas, pero no son significativamente diferentes a los demás tratamientos. En la segunda evaluación tenemos que el mayor número de hojas están en los tratamientos SP-TH y SI-TV. (Ilustración 4-2)

4.1.3 Análisis del diámetro del tallo

Tabla 4-8 Análisis del diámetro del tallo de planta de palmito a los 60 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,00E-04	7	5,70E-05	0,86	0,5636
Bloque	6,30E-05	2	3,20E-05	0,48	0,6308
Sustrato	2,60E-05	1	2,60E-05	0,4	0,5436
Microorganismo	2,80E-04	2	1,40E-04	2,12	0,171
Sustrato*Microorganismo	3,00E-05	2	1,50E-05	0,23	0,8006
Error	6,60E-04	10	6,60E-05		
Total	1,10E-03	17			
CV	3,97				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 60 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Teniendo el factor microorganismo el p-valor más bajo en comparación con los demás factores con un coeficiente de variación de 3,97. (Tabla 4-8)

Tabla 4-9 Análisis del diámetro del tallo de planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	7	0,01	7,37	0,0028
Bloque	4,20E-03	2	2,10E-03	2,21	0,1603
Sustrato	3,60E-04	1	3,60E-04	0,37	0,5548
Microorganismo	0,04	2	0,02	21,36	0,0002
Sustrato*Microorganismo	3,90E-03	2	1,90E-03	2,04	0,1812
Error	0,01	10	9,50E-04		
Total	0,06	17			
CV	2,58				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 90 días se puede decir que no hay efecto en la interacción sustrato*microorganismo, sin embargo, encontramos efecto en el factor microorganismo con un p-valor menor de 0,01. Con un coeficiente de variación de 2,58. (Tabla 4-9)

Tabla 4-10 Prueba de Tukey al 5% del diámetro del tallo de planta de palmito a los 90 días.

Tratamiento	Medias	E.E.	Grupos	
SPSM	1,12	0,02	A	
SISM	1,14	0,02	A	
SITH	1,2	0,02	A	B
SPTV	1,23	0,02		B
SITV	1,23	0,02		B
SPTH	1,25	0,02		B

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

La prueba de Tukey al 5% para el diámetro del tallo de planta de palmito a los 90 días muestra que el tratamiento que corresponde al sustrato productor con *Trichoderma harzianum* alcanza el mejor diámetro de tallo con una media de 1,25. El tratamiento sustrato productor sin microorganismo con una media de 1,12 y el tratamiento sustrato introducido sin microorganismo con media de 1,14 corresponden al menor valor con respecto al diámetro del tallo. Los demás tratamientos se encuentran en niveles intermedios. (Tabla 4-10)

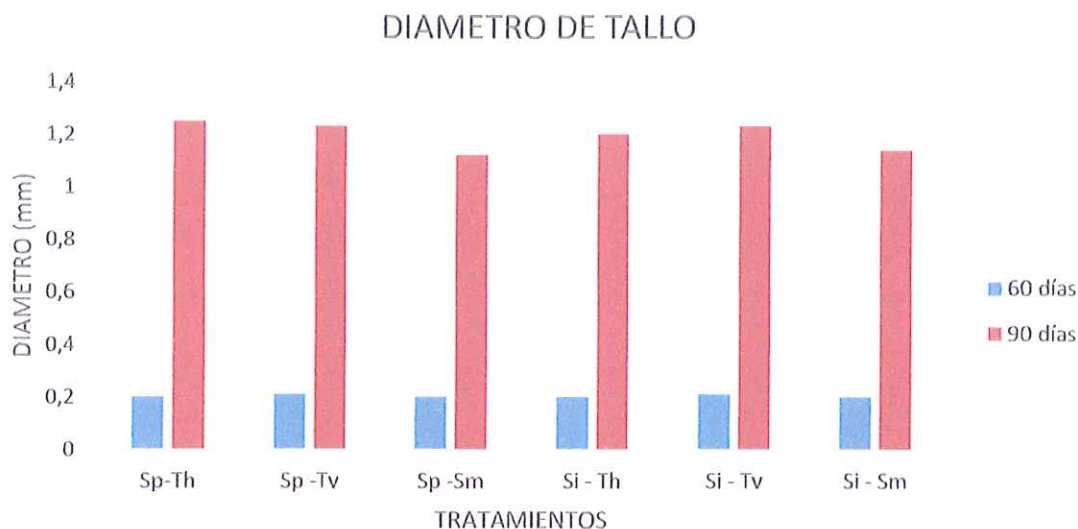


Ilustración 4-3 Diámetro del tallo

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024

A los 60 días encontramos que no hay diferencias significativas en el diámetro del tallo, sin embargo, a los 90 días encontramos que el tratamiento SPTH obtiene un mejor resultado con respecto al diámetro del tallo y el tratamiento SPSM con un menor diámetro de tallo. (Ilustración 4-2)

4.1.4 Análisis de la longitud de la raíz

Tabla 4-11 Análisis de la longitud de la raíz de planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	137,19	7	19,6	1,19	0,3871
Bloque	7,21	2	3,6	0,22	0,807
Sustrato	23,58	1	23,58	1,43	0,2588
Microorganismo	2	2	1	0,06	0,9413
Sustrato*Microorganismo	104,4	2	52,2	3,17	0,0857
Error	164,48	10	16,45		
Total	301,66	17			
CV	17,08				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza de la longitud de la raíz a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. La interacción muestra cierta tendencia hacia la significancia, sin embargo, su p-valor sigue siendo mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 17,08. (Tabla 4-11)

4.1.5 Análisis del peso fresco y seco de la planta

4.1.5.1 Peso fresco

Tabla 4-12 Análisis del peso fresco de la planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,26	7	0,04	0,47	0,834
Bloque	0,05	2	0,03	0,35	0,7135
Sustrato	0,03	1	0,03	0,44	0,5231
Microorganismo	0,12	2	0,06	0,75	0,4977
Sustrato*Microorganismo	0,05	2	0,03	0,34	0,7218
Error	0,78	10	0,08		
Total	1,04	17			
CV	8,5				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza en el peso fresco de la planta a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Teniendo el factor microorganismo el p-valor más bajo en comparación con los demás factores con un coeficiente de variación de 8,5 (Tabla 4-12)

4.1.5.2 Peso seco

Tabla 4-13 Análisis del peso seco de la planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,4	7	0,06	0,48	0,8289
Bloque	0,07	2	0,04	0,3	0,7467
Sustrato	0,02	1	0,02	0,2	0,6636
Microorganismo	0,24	2	0,12	1	0,4004
Sustrato*Microorganismo	0,07	2	0,03	0,27	0,7658
Error	1,19	10	0,12		
Total	1,6	17			
CV	12,57				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del peso seco de la planta a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Teniendo el factor

microorganismo el p-valor más bajo en comparación con los demás factores con un coeficiente de variación de 12,57. (Tabla 4-13)

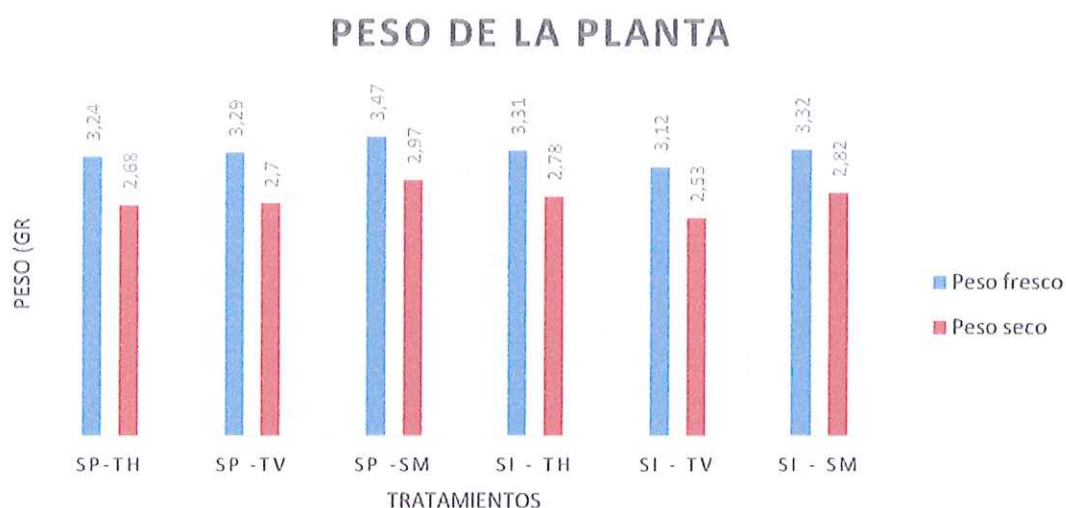


Ilustración 4-4 Peso fresco y seco de la planta.

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

El mejor peso fresco y peso seco encontramos en el tratamiento SPSM y el valor más bajo lo encontramos en el tratamiento SITV. (Ilustración 4-2)

4.1.6 Análisis del peso fresco y seco de la raíz

4.1.6.1 Peso fresco

Tabla 4-14 Análisis del peso fresco de la raíz de planta de palmito a los 90 días.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,56	7	0,08	1,23	0,372
Bloque		0,03	2	0,02	0,26	0,7758
Sustrato		1,20E-03	1	1,20E-03	0,02	0,8959
Microorganismo		0,29	2	0,14	2,22	0,1598
Sustrato*Microorganismo		0,23	2	0,12	1,8	0,2142
Error		0,65	10	0,06		
Total		1,21	17			
CV		11,13				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del peso fresco de la raíz a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 11,13. (Tabla 4-14)

4.1.6.2 *Peso seco*

Tabla 4-15 Análisis del peso seco de la raíz de planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,11	7	0,59	1,45	0,2863
Bloque	0,49	2	0,25	0,61	0,5635
Sustrato	0,01	1	0,01	0,01	0,9051
Microorganismo	2,27	2	1,13	2,8	0,1082
Sustrato*Microorganismo	1,34	2	0,67	1,66	0,2381
Error	4,05	10	0,4		
Total	8,15	17			
CV	28,79				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del peso seco de la raíz a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 28,79. (Tabla 4-15)

4.1.7 *Análisis del peso fresco y seco del área foliar*

4.1.7.1 *Peso fresco*

Tabla 4-16 Análisis del peso fresco del área foliar de planta de palmito a los 90 días.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,85	7	0,12	0,29	0,9435
Bloque	0,31	2	0,15	0,37	0,702
Sustrato	0,22	1	0,22	0,53	0,4834
Microorganismo	0,25	2	0,13	0,3	0,7477
Sustrato*Microorganismo	0,07	2	0,03	0,08	0,9232
Error	4,21	10	0,42		
Total	5,07	17			
CV	15,23				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del peso fresco del área foliar a los 90 no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 15,23. (Tabla 4-16)

4.1.7.2 Peso seco

Tabla 4-17 Análisis del peso seco del área foliar de planta de palmito a los 90 días.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		0,17	7	0,02	0,28	0,9481
Bloque		0,04	2	0,02	0,21	0,8127
Sustrato		0,03	1	0,03	0,34	0,573
Microorganismo		0,08	2	0,04	0,49	0,626
Sustrato*Microorganismo		0,02	2	0,01	0,1	0,9019
Error		0,85	10	0,08		
Total		1,02	17			
CV		12,57				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del peso seco del área foliar a los 90 días no se observa efecto en la interacción ni en los factores debido a que el p-valor es mayor a 0,05. Con un coeficiente de variación de 12,57. (Tabla 4-17)

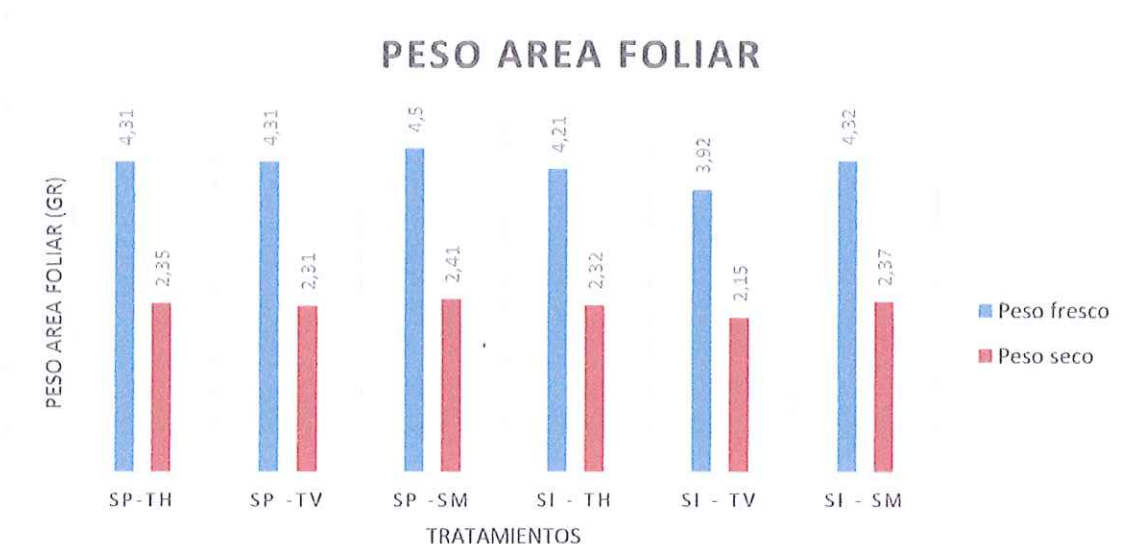






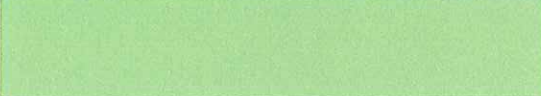
Ilustración 4-5 Peso fresco y seco del área foliar de la planta.

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

El mejor peso fresco y peso seco con respecto al área foliar encontramos en el tratamiento SPSM y el valor más bajo lo encontramos en el tratamiento SITV. (Ilustración 4-2)

4.1.8 Color de la hoja

Tabla 4-18 Rango de color de la hoja de planta de palmito

Categoría	Rango	Tonalidad
Verde oscuro fuerte	5	
Verde oscuro	4	
Verde medio	3	
Verde claro	2	
Verde amarillento	1	

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

La tabla 4-18 se elaboró en base a las tonalidades verdes que se encontraron en las plantas dándole una categoría y un rango.

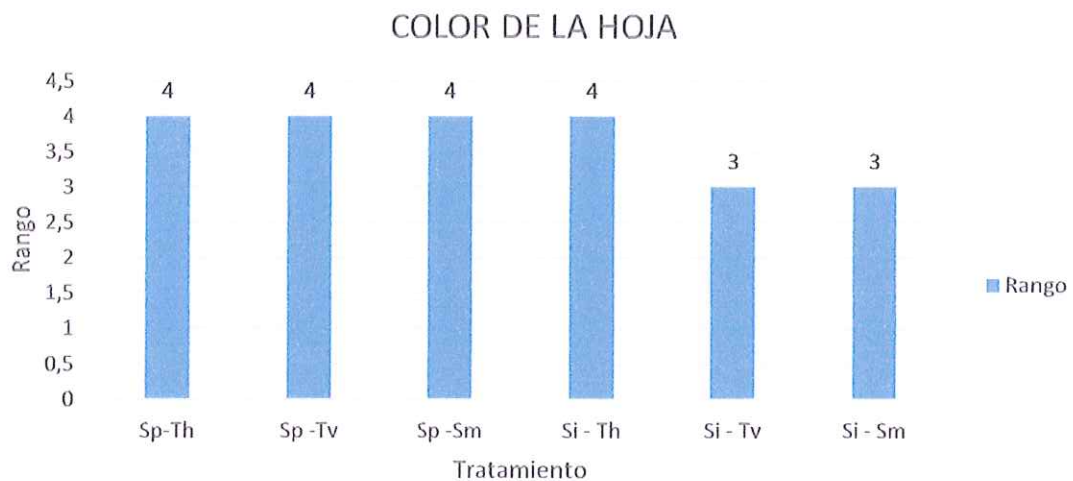


Ilustración 4-6 Color de la hoja de la planta a los 90 días

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

El color de hojas en los tratamientos se puede observar que se encuentran en los rangos 3 y 4. El rango 4 que pertenece a una tonalidad verde fuerte corresponden a 4 de los 6 tratamientos estudiados (Sustrato productor-*Trichoderma harzianum*, *viride*, sin microorganismo y

sustrato introducido- *Trichoderma harzianum*) y el rango 3 que pertenece a una tonalidad verde medio corresponden a los tratamientos (Sustrato introducido- *Trichoderma viride* y sin microorganismo). (Ilustración 1-4)

4.1.9 Índice de calidad de Dickson

Tabla 4-19 Análisis del índice de calidad de Dickson de planta de palmito

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo		2,53	7	0,36	2,33	0,1088
Bloque		0,13	2	0,06	0,41	0,6721
Sustrato		0,42	1	0,42	2,71	0,131
Microorganismo		0,67	2	0,33	2,14	0,1681
Sustrato*Microorganismo		1,32	2	0,66	4,25	0,0461
Error		1,55	10	0,16		
Total		4,09	17			
CV		17,37				

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

Según el análisis de la varianza del índice de Dickson se puede decir que, si hay efecto en la interacción sustrato*microorganismo, debido a que el p-valor es menor a 0,05. A diferencia de los factores sustrato y microorganismo que no hay efecto y sus p-valor son mayores a 0,05. Se tiene un coeficiente de variación de 17,37. (Tabla 4-19)

Tabla 4-20 Prueba de Tukey al 5% del índice de calidad de Dickson de planta de palmito.

Tratamiento	Medias	E.E.	Grupos	
SPSM	1,82	0,23	A	
SITH	2,02	0,23	A	B
SITV	2,11	0,23	A	B
SISM	2,21	0,23	A	B
SPTV	2,5	0,23	A	B
SPTH	2,95	0,23		B

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

La prueba de Tukey al 5% del índice de calidad de Dickson muestra que el tratamiento que corresponde al sustrato productor con *Trichoderma harzianum* alcanza el mayor valor con un índice de 2,95. El tratamiento sustrato productor sin microorganismo con un índice de 1,82 y el tratamiento sustrato introducido con *Trichoderma harzianum* con un índice de 2,02 corresponden al menor valor. Los demás tratamientos se encuentran en niveles intermedios. (Tabla 4-20)

4.1.10 Análisis económico beneficio costo.

Tabla 4-21. Análisis económico beneficio costo

T1	INGRESO TOTAL	COSTO TOTAL	B/C
SPTH	\$4.000,00	\$2.154,51	1,86
SITH	\$2.800,00	\$2.154,51	1,30
SPTV	\$2.800,00	\$2.154,51	1,30
SITV	\$2.800,00	\$2.154,51	1,30
SPSM	\$2.800,00	\$2.088,51	1,34
SISM	\$2.800,00	\$2.088,51	1,34

Realizado por: Baldeon, Esther, 2024.

El análisis económico beneficio costo que el tratamiento sustrato productor con *Trichoderma harzianum* tiene una relación beneficio costo de 1,86; siendo este el mayor valor en comparación de los otros tratamientos. El tratamiento sustrato introducido sin microorganismo genera un costo más bajo, pero así mismo genera un ingreso mas bajo si comparamos con el tratamiento sustrato productor con *Trichoderma harzianum* ya que genera mejor ingreso. (Tabla 4-21)

4.2 Discusión

El tratamiento SPTH que corresponde al sustrato productor más *Trichoderma harzianum* presenta la mayor altura a los 90 días, la menor altura de planta presenta el tratamiento sustrato productor sin microorganismo (Ilustración 4-1). El resultado obtenido es similar al de Castellanos (2006, p.19) quien manifiesta que el tratamiento con *Trichoderma harzianum* fomenta una mejor altura de planta. Esto a su vez se asemeja a los resultados obtenidos por Trabanino (2006, p.19) que cuando se aplica *Trichoderma* a las raíces, se crea una capa defensiva mientras se nutre de los exudados de las raíces lo que disminuye las fuentes de alimento para otros patógenos promoviendo así el crecimiento y desarrollo foliar de la planta, que concuerda con los resultados de esta investigación ya que encontramos diferencias notorias con respecto a la altura de la con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. (Ilustración 4-1)

En lo referente al número de hojas y al diámetro de tallo, el tratamiento (SPTH) obtuvo los mejores resultados frente a los demás tratamientos; (Ilustración 4-2, 4-3) Estos resultados se asemejan al de Cerna (2022, p.27) donde menciona que con la aplicación de *Trichoderma* hay un mayor desarrollo de hojas en la planta; Penon et al. (2015, p.7) menciona que la aplicación de *T. harzianum* incrementa el diámetro de tallo. Así mismo Palma et al. (2022, p.39) mencionan en su investigación que este microorganismo influye positivamente en el crecimiento del diámetro del tallo.

Penon et al. (2015, p.7) mencionan que estos resultados son más notorios a los 90 días después de la siembra tal como se presenta en los resultados obtenidos en la presente investigación, la mayor diferencia significativa se presenta a los 90 días después de la siembra. (Ilustración 4-1, 4-2, 4-3).

No se encontró diferencia significativa en el peso fresco y peso seco de la planta en ningún tratamiento (Tabla 4-12, 4-13) (Ilustración 4-4), estos resultados coinciden con los de Castellanos (2006, p.19) donde no encuentra diferencia significativa en el peso de la planta, en los tratamientos utilizando *Trichoderma*. A su vez estos datos se asemejan a los de Westermann (2004, p.11) donde tratamientos sometidos a aplicaciones con *Trichoderma harzianum* no muestran diferencias en cuanto al peso seco.

El sustrato del productor con *Trichoderma harzianum* presenta los mejores resultados en comparación con los demás tratamientos para altura, número de hojas y diámetro de tallo (Ilustración 4-1, 4-2, 4-3). Estos resultados concuerdan con los de Blanchard et al. (1996, p.128-134)

donde mencionan que este microorganismo permite a las plantas una mejor absorción de los nutrientes disponibles en el sustrato.

Una alternativa es que el sustrato contenga nutrientes, pero no de manera accesible para la planta, siendo el microorganismo el encargado de facilitar su absorción. Sivan et al. (1987, p.587-589) mencionan que la capacidad de secretar ácidos orgánicos que retienen cationes y acidifican el entorno inmediato a las raíces, que implica una disolución de fósforo, manganeso, hierro y zinc, una acción que se asemeja a la realizada por plantas y hongos micorrícicos que no son arbusculares.

El índice de Dickson abarca todas las variables estudiadas siendo el tratamiento 1 (SPTH) el mejor en función de los resultados, lo que concuerda con lo manifestado por Dixon (1960, p.) referente a este índice que representa la calidad de planta en este caso para palmito a nivel de vivero.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, el sustrato productor se constituye en el mejor para la producción de plantas de palmito a nivel de vivero, teniéndose en la mayor altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo.

El microorganismo *Trichoderma harzianum* presenta la mayor eficacia en la producción de plantas de calidad de palmito a nivel de vivero considerando que se presenta el mayor valor de altura de planta, el número de hojas, el diámetro de tallo y el índice de Dickson.

El tratamiento sustrato productor con *Trichoderma harzianum* se constituye en el mejor para la producción de plantas de palmito de calidad a nivel de vivero, en la finca Costa Rica 2 del sector Agrupación Los Ríos, del cantón Puerto Quito provincia de Pichincha.

El tratamiento SPTH que corresponde al sustrato productor y *Trichoderma harzianum* en base al análisis económico resulta el más rentable ya que logra obtener un beneficio costo de 1.86 siendo el mejor frente a los demás tratamientos.

5.2 Recomendaciones

Utilizar el sustrato productor combinado con el microorganismo *Trichoderma harzianum* para la producción de plantas de calidad de palmito a nivel de vivero en la finca Costa Rica 2 del sector Agrupación Los Ríos, del cantón Puerto Quito provincia de Pichincha y en sectores de la zona de características similares.

Se recomienda realizar un análisis del sustrato para determinar el contenido de nutrientes que este puede aportar a las plantas de palmito a nivel de vivero.

BIBLIOGRAFÍA

BARAHONA, M. *Coco, pejibaye, guayaba y cas. Fruticultura especial.* San José, Costa Rica : EUNED, 1992. 74 p. .

BLANCHARD L, T BJORKMAN. *The role of auxin in enhanced root growth of Trichoderma-colonized sweet corn.* s.l. : HortScience, 1996.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsme2/26/2/26_ME10176/_article.

CASTELLANOS. *Efecto de la aplicación de Trichoderma.* Zamorano : Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, 2006.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/80ce73fe-ec08-4d86-a691-49fe7cd7c052/content>.

CLEMENT, MORA. *Peach palm, Bactris gasipaes Kunth. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.* Roma, Italy : s.n., 1997.
<https://www.redalyc.org/pdf/436/43626206.pdf>.

DATA, CLIMATE-. *CLIMA PUERTO QUITO.* Puerto Quito : s.n., 2023. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/puerto-quito-25466/>.

DE LA GARZA VIZCAYA, EDUARDO L. *La evaluación educativa.* Ciudad de México : Revista mexicana de investigación educativa, 2004. 9 (23): 807-816.

DIXON, A. *Quality appraisal of white spruce and red and white pine in nurseries.* For. Chron. : s.n., 1960. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/184.pdf.

H, VILLACHICA. *El Pijuayo: Recurso de la amazonía.* Revista del Agro. Lima. Peru : Fundeagro, 1993. Año 2(19):7-9. .

LESLY, CERNA. *USO DE Trichoderma spp. COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES FORESTALES A NIVEL DE VIVERO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA.* Pichincha : s.n., 2022. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16116/1/33T00354.pdf>.

MATUTE, PALMA PINEDA DANILO OSCAR & ELTON OSMAR GUEVARA. *Comportamiento del cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.), empleando Trichoderma harzianum, en estado de floración ciclo 2020- 2021, en centro experimental El Plantel, Managua, Nicaragua.* Managua, Nicaragua : s.n., 2022.
<https://repositorio.una.edu.ni/4654/1/tnf01p171.pdf>.

OROZCO, JOSE MARIA. *Bactris gasipaes.* Costa Rica : s.n., 2022.
<https://jmo.biologia.ucr.ac.cr/bactris-gasipaes/#:~:text=El%20pejibaye%20es%20una%20palma%20arborescente%20que%20puede%20llegar%20hasta,comestible%20que%20rodea%20una%20semilla..>

PAILLACHO CEDEÑO, FABIÁN ISACC. *Evaluación de la efectividad de las micorrizas arbusculares nativas sobre el desarrollo y estado nutritivo del Palmito (Bactris gasipaes HBK) en etapa de vivero, en Santo Domingo de los Tsáchilas.* Santo Domingo de los Tsáchilas : s.n., 2010. Paillacho Cedeño, Fabián Isacc.

PENON, E., Y OTROS. *USO DE Trichoderma harzianum Rifai COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN. Luján, Argentina :*
_____, 2015.
<https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20835/31368-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PÉREZ PORTO, J., GARDEY, A. *Sustrato - Qué es, en la lingüística, definición y concepto. Definicion.de.* 2010. <https://definicion.de/sustrato/>.

RAMIREZ, GLORIA ORTIZ. *NUTRICION Y FERTILIZACION.* 2015.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/17780/42372_46143.pdf?sequence=1.

REYES C., RAFAEL, , ARCILA G., BELÉN. , ORTIZ R., GLORIA. , Y OTROS . *Manejo de viveros de chontaduro (Bactris Gasipae K.) para la producción de palmito.* Colombia : Palmira : Corpoica, 2000. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/75525>.

REYES R, BASTIDAS E, SOTO J. *El cultivo del chontaduro para palmito.* Colombia : Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, 2000. 140 p..

REYES R, BASTIDAS S, PEÑA E. 2. *Recursos genéticos de chontaduro (Bactris gasipaes K.) en Colombia.* . Colombia : ICA Informa, 2002. 29(3):49-51..

REYES-REYES, JORGE. *Diagnóstico de la calidad de planta en el vivero forestal El Campanario, Tuxtla Chico, Chiapas.* Tuxtla Chico, Chiapas : s.n., 2022. Núm. 17 (9): e-CUCBA .

IRINA, S. "*Hypocrea rufa/Trichoderma viride: una reevaluación y descripción de cinco especies estrechamente relacionadas con y sin conidias verrugosas*". s.l. : Estudios en Micología, 2006. 56 : 135-177. doi : 10.3114/sim.2006.56.04 . PMC 2104735 . PMID 18490991.

SIVAN A, O UCKO, I CHET. *Biological control of Fusarium crown rot of tomato by Trichoderma harzianum under field conditions.* s.l. : Plant Disease, 1987. https://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1987Articles/PlantDisease71n07_587.pdf.

THOMPSON. *Seedling morphological evaluation-- What you can tell by looking. In: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests (M. L. Duryea, ed.).* Oregon State Univ. Corvallis, Oregon, USA : For. Res. Lab., , 1985. pp. 59-71.

TRABANINO, R., MENDEZ, J. Y MATEO, M. *Manual del MÓdulo de Control BiolÓgico.* Zamorano. Valle del Río Yaguare, Honduras : s.n., 2006.

VADECULTIVO. *12 tipos de sustratos para el cultivo de plantas.* 2022. <https://www.vadequimica.com/vadecultivo/blog/2022/04/tipos-de-sustratos/>.

WESTERMANN, R. *Respuesta del pasto Brachiaria híbrido cv. Mulato a la inoculación con los hongos benéficos Trichoderma harzianum y Micorrizas.* Zamorano, Honduras. : s.n., 2004.

YUEDIDIA, I. *Trichoderma harzianum.* s.l. : Appl. Environ. Microbiol., 1999. 65:1061-1070..

ANEXOS

ANEXO A: PREPARACIÓN DEL SITIO DEL ENSAYO



Preparación de terreno



Llenado de fundas



Selección de semilla



Instalación de diseño experimental

ANEXO B: TOMA DE DATOS



ANEXO C: PROCESO DE LABORATORIO



Determinación de peso fresco del área foliar



Determinación de peso seco del área foliar



Determinación de peso fresco de la raíz





Determinación de peso seco de la raíz



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 24/06/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Esther Elizabeth Baldeon Vallejo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: AGRONOMÍA
Título a optar: INGENIERA AGRÓNOMA
 Ing. Roque Orlando García Zanabria Director del Trabajo de Titulación
 Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Asesor del Trabajo de Titulación