



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**


**CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS DE PRODUCCIÓN DE VIVERO
FORESTAL EN MACROTÚNEL DE SARÁN AL 35 % DE COBERTURA**

AUTOR: Figueroa Solís Rubén Darío

TUTOR: Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg.

El Carmen, 18 de febrero de 2026

Uleam

 <small>UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página I de I

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante RUBEN DARIO FIGUEROA SOLIS, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Condiciones Microclimáticas de Producción de Vivero Forestal en Macrotúnel de Sarán al 35% de Cobertura" La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 23 de enero del 2026.



 Ing, Miguel Angel Macay Anchundia, Mg. Docente Tutor
 Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS DE PRODUCCIÓN DE VIVERO
FORESTALES EN MACROTÚNEL DE SARÁN AL 35 % DE COBERTURA.

AUTOR: Figueroa Solís Rubén Darío

TUTOR: Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg.

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio MSc.

Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido Mg.

Ing. Nivelá Morante Pedro Eduardo Mg.



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Rubén Darío Figueroa Solís, portador de la cédula de ciudadanía N.º 2300404726, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, manifiesto que las opiniones, criterios y resultados obtenidos a partir de la aplicación de los distintos instrumentos de investigación, los cuales se sintetizan en las recomendaciones del estudio titulado **“Condiciones Microclimáticas de Producción de Vivero Forestales en Macrotúnel de Sarán al 35% de cobertura”**, son de exclusiva responsabilidad del autor. Dichos resultados se encuentran sustentados en el aporte y criterio de profesionales de diversas áreas, debidamente citados en la bibliografía que respalda el presente trabajo. Asimismo, declaro que los derechos del patrimonio intelectual del trabajo investigativo corresponden a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen.

Atentamente,



Rubén Darío Figueroa Solís

Carmen, 26 de enero del 2026

Dedicatoria

"Cada logro que alcanzo lleva consigo su sacrificio silencioso. Esta tesis es fruto de su fe constante".

Le dedico este logro, a Dios y a mi familia ya que fueron parte fundamental de un sueño que hasta voy pensaba que nunca iba alcanzar, pero la constancia y la fe en Dios me enseñó que todos los sueños son posibles de lograrlos, no importa los obstáculos que la vida te ponga.

También quisiera dedicarle y darle las gracias a mi abuelita, ya que fue la persona que siempre estuvo ahí dándome ese apoyo incondicional con sus sabios consejos.

Agradecimiento

“Cuando todo parezca ir en contra tuyo, recuerda que el avión despegó con el viento en contra, no a favor.” – **Henry Ford.**

Índice de contenidos

Portada	I
Certificación del tutor	II
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
TÍTULO	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Índice de contenidos	VII
Índice tablas	IX
Índice de Ilustraciones	X
Índice Anexo	XI
Abstract	XIII
Capítulo I:	1
1 Título	1
1.1 Introducción	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 Metodología	4
1.5.1 Enfoque de la investigación.....	4
1.5.2 Tipo de investigación.....	5
1.5.3 Diseño de la investigación.....	5
1.5.4 Diagnóstico del problema	5
1.5.5 Aplicación del diseño	6
1.6 Métodos.....	6
1.6.1 Materiales	6
Capítulo II:	7
2 Marco teórico	7
2.1 Antecedentes	7
2.2 Definiciones	7
2.2.1 La agricultura protegida con macrotúneles	8
2.2.2 Componentes de un vivero forestal.....	8
2.2.3 Planificación del vivero forestal.....	9
2.3 Trabajos relacionados.....	10
Capítulo III	11
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	11
3.1. Descripción del sistema o proceso	11
3.2. Gasto de los macrotúneles.....	11
3.4 Diseño y selección de tecnologías a implementar.....	12
3.5 Ubicación del experimento	12
3.6 Temperatura.....	13
3.7. Humedad	14

3.8. Plan de implementación	14
3.9. RESULTADOS Y DISCUSIONES	16
3.9.1. Variable temperatura.....	16
3.6.1 Variable de Humedad relativa	16
3.6.1 Diámetro de tallo (mm)	17
Capítulo IV:	19
4. Conclusiones y recomendaciones.....	19
4.1 Conclusiones	19
4.2 Recomendaciones.....	19
Bibliografía	20
Anexos	24

Índice tablas

Tabla 1 Desglose y costo y adquisición y elaboración de macrotúnel	11
Tabla 2 Forma de trabajo en los macrotúneles	15
Tabla 3 Temperatura ambiental en macrotúneles de plástico y sarán	16
Tabla 4 temperatura ambiental macrotúneles de plástico y sarán (Humedad Relativa) ...	17
Tabla 5 Diámetro de tallo plantas de caoba	17

Índice de Ilustraciones

Figura 1 Ubicación de la granja experimental	13
Figura 2 Croquis.....	14
Figura 3 Arreglo de la malla de cobertura.....	15
Figura 4 Modelo actual del Macrotúnel	15
Figura 5 Modelo termohigrómetro.....	15
Figura 6 Asignación del tutor	24
Figura 7 Macrotúneles serán	26
Figura 8 Recolección de datos	27
Figura 9 Macrotúneles de Plástico	27
Figura 10 Recolección de datos día 2	28
Figura 11 Macrotúneles.....	28
Figura 12 Área de las plantas	29
Figura 13 Plantas de Pachaco.....	29
Figura 14 Revisión de tutor.....	30
Figura 15 Plantas maderables al ambiente	30

Índice Anexo

1.	ANEXO A. APROBACIÓN DE TEMA	24
2.	ANEXO B. ACEPTACIÓN O APROBACIÓN DE LA EMPRESA.....	25
3.	ANEXO C. FOTOGRAFÍAS	26
4.	ANEXO D. CERTIFICADO DE COINCIDENCIA ACADÉMICA (EMITIDO POR TUTOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO).....	31

Resumen

La presente investigación analizó las condiciones microclimáticas de producción en viveros forestales mediante el uso de macrotúneles con sarán al 35 % de cobertura, con el fin de evaluar su influencia en la calidad y desarrollo de plantas maderables. El estudio se desarrolló en la granja experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, bajo un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) y un diseño de investigación exploratorio. Se evaluaron variables microclimáticas como temperatura ambiental, humedad relativa y diámetro del tallo, comparando tres tratamientos: macrotúnel con plástico, macrotúnel con sarán y condiciones ambientales abiertas. Los resultados estadísticos, analizados mediante la prueba de Tukey ($p > 0,05$), mostraron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para la temperatura y la humedad relativa. Sin embargo, el macrotúnel con plástico presentó los valores promedio más altos en ambas variables, lo que evidencia su capacidad para estabilizar el microclima. En cuanto al diámetro del tallo, los tratamientos con plástico y ambiente mostraron valores similares y ligeramente superiores al sarán, aunque sin diferencias estadísticas significativas. Estos resultados confirman que los macrotúneles contribuyen a mantener condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas, reduciendo el estrés térmico y favoreciendo un desarrollo más uniforme. Finalmente, se concluye que el uso de macrotúneles con sarán al 35 % representa una alternativa eficiente, económica y sostenible para la producción de plantas maderables en viveros forestales, contribuyendo al fortalecimiento de la reforestación, la mejora del material vegetal y la reducción del uso de agroquímicos.

Palabras clave: Maderables, invernadero, desarrollo de plántulas, luminosidad, temperatura.

Abstract

The present study analyzed the microclimatic production conditions in forest nurseries through the use of macrotunnels with 35% shade netting, in order to evaluate their influence on the quality and development of timber species. The research was conducted at the Río Suma experimental farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, using a mixed approach (qualitative and quantitative) and an exploratory research design. Microclimatic variables such as ambient temperature, relative humidity, and stem diameter were evaluated by comparing three treatments: plastic-covered macrotunnel, shade-net macrotunnel, and open-field environmental conditions. Statistical analysis using Tukey's test ($p > 0.05$) showed no significant differences among treatments for temperature and relative humidity. However, the plastic-covered macrotunnel recorded the highest average values for both variables, demonstrating its capacity to stabilize the microclimate. Regarding stem diameter, the plastic-covered and open-environment treatments showed similar and slightly higher values than the shade-net treatment, although no statistically significant differences were observed. These results confirm that macrotunnels help maintain suitable conditions for plant growth, reducing thermal stress and promoting more uniform development. Finally, it is concluded that the use of macrotunnels with 35% shade netting represents an efficient, economical, and sustainable alternative for the production of timber plants in forest nurseries, contributing to the strengthening of reforestation efforts, improvement of plant material, and reduction in the use of agrochemicals.

Keywords: Timber, greenhouse, seedling development, light, temperature.

Capítulo I:

1 Título

CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS DE PRODUCCIÓN DE VIVERO FORESTALES EN MACROTÚNEL DE SARÁN AL 35 % DE COBERTURA

1.1 Introducción

El cultivo de plantas en viveros forestales demanda un monitoreo meticuloso de las condiciones ambientales para garantizar el éxito en la germinación, el crecimiento y el desarrollo de plantas maderables. Los factores que impactan directamente la calidad del material vegetal incluyen aspectos microclimáticos como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la circulación del aire. Para mejorar estos parámetros, es habitual emplear estructuras de protección, como los macrotúneles, que facilitan la modificación y estabilización del microclima interno (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2014).

Diversos estudios han demostrado la influencia de la temperatura en la germinación de especies forestales. Según Noé (2023), en México se analizó el efecto de la temperatura y del tamaño de las semillas en la germinación de *Quercus rugosa*, utilizando semillas de distintos tamaños sometidas a condiciones térmicas controladas, lo que evidenció la importancia del manejo ambiental durante las etapas iniciales del cultivo.

Las altas temperaturas, la intensa radiación solar y los vientos fuertes pueden provocar un estrés fisiológico en las plantas, lo que a su vez disminuye su calidad tanto morfológica como fisiológica. Para contrarrestar estos efectos adversos, se han desarrollado varias estructuras de protección, siendo los macrotúneles con malla de sombra una de las más destacadas en diferentes lugares de América Latina. Entre los elementos que impactan de manera directa en la calidad del material vegetal se incluyen las condiciones microclimáticas, tales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la circulación del aire, tanto que en zonas costeras la radiación suele ser más alta (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2014).

En este escenario, la implementación de macrotúneles recubiertos con sarán, que ofrece un 35 % y 60 % de sombra, surge como una opción efectiva para mitigar los efectos de la radiación solar directa y las fluctuaciones extremas de temperatura, asegurando al mismo tiempo que la

fotosíntesis y el crecimiento de los viveros forestales no se vean afectados (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 2014).

La humedad relativa promedio ronda el 81 %. Durante los meses de octubre experimenta fuertes soles intensos desde octubre hasta diciembre, con vientos que soplan de nornoreste a sur-suroeste, con velocidades que varían entre 17 y 18 Km/h, provocando temperaturas superiores a los 35 °C con ocasiones hasta los 38°C en la provincia de Manabí variando así su temperatura hasta los 21 °C (Tzún, 2023).

1.2 Problema

Se llevó a cabo un estudio sobre el impacto del color y del material de la cubierta de los macrotúneles en viveros forestales, el cual contribuye a mejorar la clorofila en las hojas, la temperatura foliar, el crecimiento y el rendimiento de las plantas. La no utilización de macrotúneles puede afectar negativamente el desarrollo vegetal; sin embargo, el uso excesivo de materiales plásticos también puede generar impactos ambientales en los sistemas agrícolas (González et al., 2019).

El propósito de la investigación fue analizar las tendencias en la aceptación de las tecnologías de macro y macrotúneles propuestas para los viveros forestales, evaluar el grado de adopción de las estrategias productivas recomendadas en cada región, y determinar el mejor tratamiento de macrotúnel más adecuado (Aguiriano & Rivera, 2016).

Como señala (García, 2023), el incremento en la producción mundial se ha debido principalmente a la mejora genética de las plantas y a la adopción de métodos de producción más intensivos. Aproximadamente el 79% del crecimiento de la producción agrícola mundial se atribuye a mejoras en el rendimiento y sostenibilidad, mientras que un 15 % se debe a la expansión de la superficie cultivable y un 6 % al aumento de la productividad en determinadas zonas durante el periodo analizado.

De acuerdo con Alberto (2024), las raíces de las plantas en viveros forestales se desarrollan a una profundidad promedio de 40 cm; no obstante, cerca del 90 % se localiza en los primeros 25 cm del suelo. La permanencia de las plantas en macrotúnel puede generar variaciones tanto en desarrollo del tallo como en las hojas.

1.3 Justificación

El uso excesivo de fertilizantes se ha convertido en un problema relevante en la agricultura debido a la contaminación ambiental que genera. Este modelo de producción requiere procesos continuos de innovación y adaptación, en función de las exigencias del mercado, el contexto social y las variaciones del entorno. No obstante, la agricultura es una de las fuentes más fundamentales de la sostenibilidad de una ciudad o país (García et al., 2025).

Como afirma Pérez (2018), los viveros de especies forestales han adquirido una relevancia creciente, no solo en la restauración de ecosistemas degradados, sino también en la producción de plantas maderables. De este modo, desempeñan un papel crucial en la mitigación de problemas ecológicos y económicos que enfrenta la sociedad. Independientemente de que las plantas se cultivan en viveros tradicionales, una de las opciones más eficientes corresponde al uso de macrotúneles.

Los macrotúneles ofrecen la ventaja de brindar una protección integral a los viveros forestales, favoreciendo el crecimiento y fortalecimiento en el tallo, lo que se traduce en mayores rendimientos y una mayor uniformidad en la calidad del material vegetal. Su uso resulta más adecuado en comparación con los invernaderos, convirtiéndolos en una herramienta valiosa para los productores que enfrentan diversas adversidades al microclimáticas. Además, esta tecnología permite reducir considerablemente el uso de agroquímicos, lo que la hace accesible tanto para los agricultores con recursos limitados como para aquellos con mayores capacidades económicas, representando una alternativa eficiente para la producción de especies maderables (García et al., 2025).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar y verificar las condiciones microclimáticas de viveros forestales en macrotúnel de sarán al 35% de cobertura, para conocer la calidad de plantas en diferentes condiciones sean estas con cobertura o a condiciones normales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Revisar el crecimiento de las plantas en cobertura de sarán al 35%.
- Verificar el crecimiento de plantas en condiciones normales.

- Identificar las condiciones de temperatura y humedad para el crecimiento de forestales.

1.5 Metodología

La presente investigación se desarrollará en viveros forestales para asegurar el control de las condiciones ambientales de plantas maderables, el uso de macrotúneles con sarán al 35 % de cobertura se considera una alternativa segura y eficiente para la reproducción de plantas maderables.

Diversos estudios indican que el sombreado moderado en los viveros forestales, generalmente con cobertura de entre el 35 % y el 60 %, mejora el crecimiento y la calidad de las plántulas. Las condiciones del entorno pueden impactar significativamente los cultivos; por ello, la utilización de coberturas elaboradas con diversos materiales contribuye a minimizar los problemas en el crecimiento de las plantas relacionados con el medio ambiente. Estas estructuras son construcciones de forma tubular, ya sea circular, cuadrada o rectangular, que están revestidas con polietileno o mallas de sombra, con un ancho que va de 4 y 5 metros y una altura máxima de 2 a 3 metros.

La longitud de estos grandes túneles puede cambiar para hacer más fácil el manejo de cultivo, aunque se sugiere que no exceda los 60 metros. La creciente inclinación hacia una agricultura más integrada en el comercio exige que los sectores nacionales sean cada vez más eficaces y competitivos, lo que implica la búsqueda de tecnologías de producción innovadoras y mejoradas en la agricultura, ciertos sectores se han encargado de buscar nuevas formas de implementación (Rubio et al., 2014).

Al final, se explica de qué manera la cámara térmica puede ayudar en la recuperación de plántulas sanas y en el aumento de la producción, a pesar de las dificultades ligadas a la variabilidad genética y al esfuerzo que implica el procedimiento (Moreira, 2025).

1.5.1 Enfoque de la investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, con el fin de analizar información estadística obtenida en la ciudad y evaluar la aceptación del proyecto, así como la pertinencia de los datos recopilados. Es fundamental contar con evaluaciones científicas para ver si la investigación tiene variedad de preguntas para dar a si una mejor cálida

de respuesta que puedan ser de carácter prácticas, tales como la mejora de macrotúneles para ver el desarrollo adecuado de semillas en viveros forestales y dar así una mejor opción para la agricultura en Manabí (Moretti et al., 2018).

La pérdida de agua en los viveros forestales afecta negativamente el desarrollo de las plantas, lo que impulsa a los agricultores a buscar estrategias alternativas para optimizar sus proyectos mediante el uso de macrotúneles, integrando prácticas tradicionales con tecnologías mejoradas (Galicía et al., 2022).

1.5.2 Tipo de investigación

La investigación realizada fue de tipo exploratoria, debido a que el estudio de las condiciones microclimáticas en viveros forestales de especies maderables mediante el uso de macrotúneles es un tema poco abordado en el ámbito agrícola y en diversas zonas productivas.

1.5.3 Diseño de la investigación

La investigación evidenció que los macrotúneles de sarán no generan variaciones significativamente en la humedad y, además, resultan favorables para la reproducción de árboles maderables.

El enfoque de la propagación vegetativa en los viveros forestales presenta una gran ventaja sobre los viveros tradicionales ya que ayuda a la multiplicación de individuos con características controladas, facilitando un manejo eficiente tanto en investigación como en reproducción de nuevos individuos y contribuyendo la reforestación de zonas deforestadas (Morocho y Morocho, 2021)

1.5.4 Diagnóstico del problema

De acuerdo con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2014), los viveros forestales presentan una alta capacidad para acelerar el crecimiento de plantas maderables. Estudios realizados en macrotúneles cubierto con sarán evaluaron variables como la temperatura, humedad, luz solar en la cual se determinándose que los macrotúneles con plástico son más óptimos para el desarrollo de plantas maderables.

1.5.5 Aplicación del diseño

La investigación se desarrolló durante un periodo de 90 días, en el cual se realizaron mediciones de temperaturas, humedad y luz solar de los viveros de plantas maderables.

1.6 Métodos

La investigación sobre las condiciones microclimáticas de producción de viveros forestales en macrotúnel de sarán al 35 % de cobertura se llevó a cabo mediante un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo).

Este enfoque integral refuerza la relevancia de la investigación, ya que proporciona información más precisa para la búsqueda de soluciones sostenibles en diferentes zonas agrícolas actuales, asegurando un desarrollo más adecuado para el futuro con nuevas ideas a la agricultura en la región (Córdova Toapanta, 2025).

Se midieron la humedad y la temperatura en los macrotúneles, con el objetivo de identificar las condiciones más favorables para la reproducción de especies forestales maderables.

La investigación se desarrolló en condiciones semicontroladas y homogéneas para toda el área experimental, considerando variables como la presencia de plagas y la ubicación del experimento en relación a la iluminación y humedad. El estudio se llevó a cabo en la granja experimenta de la Universidad Laica Eloy de Manabí localizada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí.

1.6.1 Materiales

- Termómetro.
- Semillas.
- Botas.
- Cuaderno y lápiz.
- Fundas.

Capítulo II:

2 Marco teórico

2.1 Antecedentes

Según Sel (2022), la agricultura protegida consiste en fomentar una mayor productividad de viveros maderables en entornos donde se controlan factores como la temperatura, la humedad, la lluvia, las heladas, así como las plagas y enfermedades. Para ello, se emplean macrotúneles con cubierta de sarán y plástico, los cuales ofrecen una protección eficiente frente a la radiación solar y otros factores ambientales adversos.

Para tener una adecuada producción, sin exageración, que el principal factor pueda ser la humedad o la calidad del sustrato elegido se puede obtener una buena producción en los viveros forestales con alta calidad en un tiempo menor y a bajo costo (Orozco et al., 2019)

El cambio de temperatura hace que las plantas se deshidraten fácilmente y cause una pérdida en la agricultura para mitigar estas causas se están tomando como alternativa a los macrotúneles con mallas de sarán y plásticos estos pueden ser al 30% y 60% de cobertura y así obtener nuevas alternativas (García M. S., 2017)

Las estructuras y la altura de los macrotúneles no constituyen una limitación para la producción de viveros forestales; la inversión puede variar según su implementación, especialmente cuando se incorporan sistemas de riego (Erazo, 2016).

Los campos pueden ser de gran ayuda para mejorar las condiciones en viveros forestales dando así una mejor adsorción de agua para dar una adecuada reproducción de las plántulas y dar nutrientes a las plantas tanto en hojas y tallo, y aumenta así la producción en los macrotúneles aportando tanta materia orgánica con microorganismos que son beneficiosos para las plantas maderables (García M. S., 2017)

2.2 Definiciones

De acuerdo con Sel (2022), la producción de plantas ha aumentado a nivel mundial, destacándose la horticultura con aproximadamente 52 millones de hectárea cultivadas anualmente, representado más del 22% de la producción agrícola. De esta superficie, alrededor del 10% corresponde a sistema de producción bajo macrotúneles.

La construcción de macrotúneles es crear un óptimo desarrollo de las plantas en viveros forestales. Una estructura adecuada debe estar diseñada para aguantar la variación del clima tanto como el viento, las lluvias, las altas y bajas temperaturas y dar una buena cobertura contra la invasión de insectos y demás patógenos que puedan causar daño al vivero, entre las ventajas podemos mencionar que una buena estructura es la clave para dar una mejor cobertura (Santos & Salamé-Donoso, 2010).

Los macrotúneles constituyen un sistema productivo que beneficia a la agricultura al mejorar la producción vegetal. Estas estructuras pueden tener entre 4 y 5 metros de ancho y alcanzar alturas de 2 a 3 metros en su punto más elevado; su longitud depende de las dimensiones del terreno, aunque no se recomienda que exceda los 60 metros (Sel, 2022).

Los macrotúneles con cubiertas plásticas son eficaces para conservar la temperatura interna. En regiones con temperaturas extremadamente bajas, puede incorporarse calefacción artificial, mientras que en zonas con alta radiación solar contribuyen a mantener condiciones térmicas estables para los viveros forestales (García et al., 2000).

2.2.1 La agricultura protegida con macrotúneles

En la actualidad, los productores que trabajan bajo sistemas de agricultura protegida han experimentado una mejora notable en su calidad de vida. Este tipo de agricultura consiste en la producción de cultivos en espacios donde se controlan factores ambientales como la temperatura, la humedad, la precipitación, las heladas, así como la incidencia de plagas y enfermedades. Para ello, se emplean materiales como nylon, agril, sarán y telas antiáfidos, los cuales se adaptan a diversas estructuras que facilitan el desarrollo y la producción de distintos cultivos (ASOCUCH, 2020)

2.2.2 Componentes de un vivero forestal

Un vivero forestal está conformado por diversos elementos que permiten su adecuado funcionamiento. Rojas Rodríguez (2001), señala que estos componentes pueden clasificarse en fundamentales y complementarios, y que su presencia depende tanto del tipo de vivero como de las condiciones físicas y ambientales del sitio donde se establece.

2.2.2.1 Componentes fundamentales

Entre los elementos esenciales se encuentra un terreno que reúna características adecuadas para la producción de plantas, así como la instalación de cercas que brinden protección al área. Es indispensable contar con una fuente segura y permanente de agua que garantice el riego continuo. Asimismo, el vivero debe disponer de semillas y plántulas de calidad, personal capacitado para las labores productivas, herramientas apropiadas y recursos económicos suficientes para su operación. Finalmente, la existencia de un mercado o clientes asegura la sostenibilidad del vivero.

2.2.2.2 Componentes complementarios

Como elementos de apoyo, el vivero puede contar con una bodega para el almacenamiento de insumos, cortinas rompevientos que reduzcan el impacto del viento, caminos internos que faciliten la movilización y un sistema permanente de riego. Además, el uso de maquinaria y equipos de germinación contribuye a optimizar los procesos productivos y mejorar la eficiencia en la producción de plantas forestales.

2.2.3 Planificación del vivero forestal

De acuerdo con el Diccionario de la Lengua Española de la RAE, planificar significa elaborar el plan o proyecto de una obra. En este contexto, la planificación se entiende como un plan general, organizado de manera metódica y, por lo común, de gran alcance, cuyo fin es lograr un objetivo específico. Por ello, para definir aspectos como la superficie, los recursos humanos y materiales necesarios, así como las instalaciones e infraestructuras vinculadas, la planificación de un vivero forestal debe comenzar por establecer con claridad sus objetivos principales, entre los que destacan:

- Satisfacer la demanda potencial de planta forestal existente en el mercado.
- Producir planta forestal con alta calidad genética, fisiológica, morfológica y sanitaria.
- Obtener plantas en grandes cantidades a un coste reducido, sin comprometer su calidad.
- Optimizar los recursos productivos mediante un uso racional y eficiente de los mismos.

En consecuencia, el tamaño de un vivero forestal depende principalmente del número de plantas que se desea producir en cada ciclo de cultivo y del sistema de producción empleado, ya sea a raíz desnuda o en contenedor. Además, dicho tamaño está condicionado por el tipo de instalaciones, infraestructuras y equipamientos necesarios para su funcionamiento (Rodríguez Vicente, 2024)

2.3 Trabajos relacionados

El invernadero se describe como un entorno con el cual se puede regular factores ambientales como la humedad, la luz y la temperatura, facilitando la agricultura en diversas zonas de donde la radiación solar es muy elevada dando así una óptima producción de plantas maderables y como la caoba el pachaco y generando más opciones de producción en ciclo corto (Hernandez, 2016).

Los estudios sobre macrotúneles indican que el rendimiento productivo puede verse afectados por temperaturas superiores a 30°C, en las etapas de desarrollo vegetativo, floración y en las horas de medio día se nota una variación que fue de 36 °C de temperatura entre los meses de noviembre y diciembre bajas producciones se debe las altas temperaturas que sobrepasan los 30°C en la que afecta la reproducción en plantas (Aguilar, 2016).

De acuerdo con Calderón (2021), se señala que, para lograr un alto porcentaje de germinación en las plantas maderables, la temperatura es el factor más crucial en el desarrollo del embrión. Esta debe mantenerse dentro de un rango óptimo de 10 a 29 °C.

La luz es un factor fundamental para el desarrollo de plántulas en los viveros forestales los cuales mejoran la calidad de formación tanto en el tallo como en hojas, ya que está formada por ondas electromagnéticas que presentan diferentes frecuencias. Se sostiene que la sombra juega un papel crucial en la reproducción silvestres como cultivadas, se utiliza la luz como fuente de energía para el entendimiento es fundamental para analizar la composición y la vegetación de las plantas maderables (Arce, 2023)

Capítulo III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Descripción del sistema o proceso

En la **Tabla 1.Desglose** y costo y adquisición y elaboración de macrotúnel se presentan los gastos generados durante la construcción de los macrotúnel, los cuales corresponde a categorías generales como transporte, materiales e insumos, mano de obra y otros gastos.

3.2. Gasto de los macrotúneles

Tabla 1.*Desglose y costo y adquisición y elaboración de macrotúnel*

Categoría general	Monto (USD)
Transporte /Flete	31,00
Materiales /Insumos	1.050,85
Mano de obra	815,00
Otros gastos	325,00
Total	2.221,85

3.3. Detalle:

Transporte /flete: Incluye los gastos de traslado.

Materiales /Insumos: Compra de tubos, plástico, tornillos, semillas, piola, hilo.

Mano de obra: Pagos a constructores y maestros.

Otros gastos: Grapadora y gastos varios.

El gasto total de la elaboración de los macrotúnel asciende a USD 2.221,85 con una mayor concentración en los materiales e insumos y mano de obra los cuales se realizaron en la granja experimental Río Suma. La construcción se realizó con fines investigativos tanto cualitativos y cuantitativos tanto climáticos como de desarrollo de las plantas forestales.

En este contexto, los viveros forestales que no son madera tienen relevancia tanto económica y cultural. Para muchos países, la recolección de estos recursos puede generar efectos adversos relacionados con la cantidad o la disminución de la biodiversidad (Saenz, 2025).

Los macrotúneles en viveros forestales son una ayuda ya que mejora la calidad morfológica de las plantas, ya que ofrecen una calidad de luz, temperatura, humedad ya que pueden ser bajo presupuesto para la agricultura.

3.4 Diseño y selección de tecnologías a implementar

La elaboración de los macrotúneles en la granja experimental Río Suma se realizó utilizando tubos y será la temperatura en ella es de un promedio entre los 28 y 30 grados Celsius.

El objetivo de la investigación es medir las condiciones microclimáticas en un vivero forestales de macrotúnel de será al 35 % de cobertura, así como evaluar la capacidad de germinación y el desarrollo de una planta maderable, comparando su crecimiento dentro del macrotúnel y en condiciones ambientales abiertas.

La primer macrotúnel esta elaborados de tubos de hierro galvanizado, con dimensiones de 9 m de largo y 9 m de ancho, y se encuentra cubierto con será al 35 % de cobertura. El segundo macrotúnel está cubierto de plástico blanco.

Los macrotúneles están implementados con sistema de riego por aspersión el cual ayuda a los viveros a mantener una buena humedad dentro de cada macrotúnel.

3.5 Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Carrera de Agropecuaria, granja experimental Río Suma (Figura 1).

Figura 1. *Ubicación de la granja experimental*



Esta investigación es importante para el fortalecimiento de la reforestación con plantas maderables nativas, ya que esta práctica permite obtener plántula compacta, libre de enfermedades y con mayor fortalecimiento en tallo y hojas.

Como afirma Toaquiza (2021), la luz solar dentro de macrotúneles ayuda a desinfectar el suelo y disminuye la utilización de pesticidas y elimina la necesidad de utilizar gran cantidad de pesticidas. Este proceso incrementa la disponibilidad de minerales en el suelo, mejora la materia orgánica soluble y fomenta una mayor diversidad microbiana. Además, transforma la microflora del suelo en beneficio de los organismos en el suelo con ayuda del agua.

3.6 Temperatura

El proceso de germinación depende en gran medida de la temperatura, la cual este estrechamente relacionada con la humedad. Este proceso influye en el crecimiento de la planta, según estudios realizados hablan que la temperatura optima esta entre los 25 a 31°C, los valores máximos esta entre los 40 a 50° C. Es importante mencionar que temperaturas superiores o inferiores a estos rangos generan estrés en los cultivos, lo que puede provocar enfermedades y afectar el desarrollo de las plantas (Azucena, 2021).

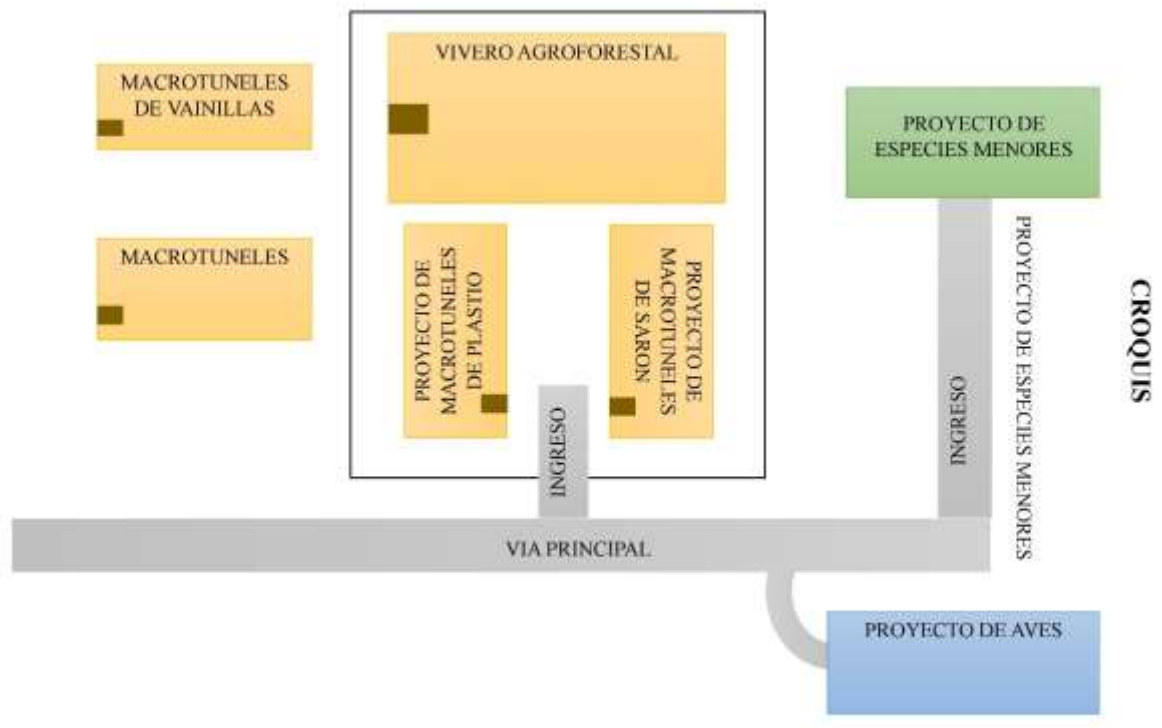
3.7. Humedad

Debido a los cambios del clima en algunas zonas, la humedad puede variar durante las temporadas de invierno o verano. La presencia excesiva o insuficiente de agua en el suelo puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que impiden una correcta absorción de nutrientes y dificulta la reproducción adecuada de las plantas en los viveros forestales.

3.8. Plan de implementación



Los macrotúnel están elaborados por tubos galvanizados con una amplitud de 9x9 m, con una altura de 4 m con una cobertura de sarán al 35 % de cobertura.

Figura 2. Croquis



También se le implementó un barómetro, en el cual se mide la humedad y temperatura de cada día en los viveros forestales.

Tabla 2. *Forma de trabajo en los macrotúneles*

Descripción	Función	Imagen
Arreglo de la malla de cobertura del macrotúnel	Se realizó la costura del sarán negro al 35 % de cobertura en los macrotúnel	<p data-bbox="829 384 1240 411"><i>Figura 3 Arreglo de la malla de cobertura</i></p> 
Modelo actual del macrotúnel	Esta construido de 9x9 por metros de largo con una altura de 4 metros, en el cual se mide la temperatura y humedad.	<p data-bbox="829 789 1214 816"><i>Figura 4 Modelo actual del Macrotúnel</i></p> 
Modelo de un termohigrómetro	Es un medidor de temperatura y humedad él nos ayuda a medir los diferentes cambios que hay en los macrotúneles	<p data-bbox="889 1304 1224 1331"><i>Figura 5 Modelo termohigrómetro</i></p> 

3.9. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.9.1. Variable temperatura

La temperatura ambiental no influyó significativamente en los resultados estadísticos de la presente investigación para ninguno de los tratamientos evaluados, tras aplicar la prueba de Tukey al 0,05 y obteniendo un p-valor de 0,095; sin embargo, se observa que la media más alta fue 30,85 °C correspondiente al macrotúnel de plástico (Tabla 3).

Tabla 3. *Temperatura ambiental en macrotúneles de plástico y sarán*

Tratamientos	Medias	N	E.E.
Plástico	30,85	27	a
Ambiente	30,71	27	a
Sarán	28,78	27	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados obtenidos no mostraron variaciones significativas en la temperatura de los macrotúneles. No obstante, según la altura de la planta y las condiciones térmicas del ambiente, la temperatura foliar puede superar los 30 °C durante jornadas soleadas y calurosas, lo que ocasiona un recalentamiento en las plantas y puede hacer que sobrepasen sus límites de tolerancia al calor. Esta situación afecta negativamente su capacidad para adaptarse a variaciones climáticas extremas (Barreiro & Sandoval, 2006).

3.6.1 Variable de Humedad relativa

La Humedad relativa (HR), no influyó en los resultados estadísticos de la presente investigación para ninguno de los tratamientos evaluados, luego de aplicar la prueba de Tukey al 0,05 y obteniendo un p-valor de 0,095; sin embargo, se observó que la media más alta fue de 77,33 RH correspondiente al macrotúnel cubierto con plástico (Tabla 4).

Tabla 4. *Temperatura ambiental macrotúneles de plástico y sarán (Humedad Relativa)*

Tratamiento	Medias	N	E.E.
Plástico	77,33	27	a
Sarán	76,73	27	a
Ambiente	72,09	27	a

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0,05$). Los resultados de la humedad relativa no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). El macrotúnel con plástico registró la media más alta (77,33 %), seguido del sarán (76,73 %), mientras que el tratamiento a cielo abierto presentó el valor más bajo (72,09 %). Estos resultados indican que los macrotúneles mantienen condiciones similares de humedad relativa, independientemente del tipo de cobertura.

La humedad del suelo puede generar riesgos cuando se combina con una alta presencia de arcillas del tipo alófanas, lo que puede afectar la aireación y el desarrollo radicular de las plantas. La humedad del suelo puede medirse o estimarse a partir de los cambios en la resistividad eléctrica mediante el uso de sondas de electrodos, las cuales permiten un monitoreo más preciso de las condiciones hídricas del sustrato (Caicedo et al., 2021).

3.6.1 Diámetro de tallo (mm)

Se observó que la media más alta en el diámetro (mm) de la caoba es de 3,45 en los tratamientos de macrotúneles siendo la media más alta habiendo aplicado la prueba de Tukey 0,05 p-valor de 0,095; se observa que la media más baja fue de 3,1 en los tratamientos de sarán (Tabla 5).

Tabla 5. *Diámetro de tallo plantas de caoba*

Tratamiento	Medias	N	E.E.
Plástico	3,45	4	a
Ambiente	3,43	4	a
Sarán	3,10	4	a

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p>0,05$).

Los resultados obtenidos indica que el diámetro de tallo en la caoba tiene diferencia significativa, siendo los tratamientos de plástico y ambiente similares, con valores de 3,45 y 3,43 respectivamente.

El desarrollo morfológico del diámetro del tallo está determinado por la actividad celular en los entrenudos, donde se producen proceso de elongación y división de las células, los cuales contribuyen al crecimiento estructural de la planta.

El crecimiento de las especies maderables puede variar en función del tiempo y de las condiciones ambientales en las que se desarrollan. En climas con temperaturas entre 22 °C y 33 °C, el crecimiento del diámetro del tallo puede verse favorecido o limitado, dependiendo del manejo del microclima y de la disponibilidad de recursos como agua y nutrientes (Llumiyinga y Tocagon, 2022).

Capítulo IV:

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Se concluyó que la investigación hecha en macrotúneles, mejora el crecimiento de plantas maderables aumentando el diámetro (mm) en tallos y un mejor desarrollo morfológico.

La investigación implementada en lugares abiertos demostró que los viveros forestales son más propensos a enfermedades y radiaciones solares y cambios climáticos frecuentes tales como la lluvia, altas y bajas temperaturas.

La variación de temperatura y humedad fue similar estadísticamente entre los tratamientos evaluados, sin embargo, se encontró un crecimiento ligeramente mayor en el diámetro del tallo de los forestales con el macrotúnel de plástico.

4.2 Recomendaciones

La implantación de macrotúneles ayuda al mejor desarrollo de las plantas maderables y así mejorar significativamente la producción en viveros forestales.

Se recomienda utilizar macrotúneles de plásticos ya que estos dan más luz a las plantas y ayuda a mejorar el diámetro(mm) y a acelera el crecimiento de la planta.

Los macrotúneles en viveros forestales son de mucha importancia ya que ayudan a la producción de plantas y protegen los viveros de las altas temperaturas y cambios climáticos, plagas.

Bibliografía

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (2014). *Guía técnica: Manejo de viveros forestales*. Ecuador: JICA.
<https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/ecuador/001/materials/c8h0vm00008bcae4-att/manejo.pdf>
- Aguilar, H. A. (2016). *Efecto de la aplicación de abono líquido en la producción orgánica de tomate cherry*.
- Arce, S. A. (2023). *Repercusión del uso de las sombras en la producción de especies forestales en San Martín*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/14d7bcc5-5eb8-4541-b580-799af1739399/content>
- ASOCUCH. (06 de 2020). *ASOCUCH*. <https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Modulo-Produccio%CC%81n-en-Macrotuneles.pdf>
- Azucena, C. B. (2021). *EFECTOS DE TRES MÉTODOS PREGERMINATIVOS Y TRES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN DE ACACIA NEGRA (Acacia melanoxylon R.Br.) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA ESPOCH*. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/4024b874-7946-47bf-8953-a490874ede63/content>
- Caicedo, R. L., Méndez, Á. F., & Gutiérrez, Z. E. (2021). *Medición de humedad en suelos: Revisión de métodos y características*. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/595/5952727005/5952727005.pdf>
- Córdova Toapanta, D. G. (2025). *Evaluación de tres sustratos y tres dosis de fertibacter para la producción de plántas de capulí (prunus serótina) en vivero campus Salache-Latacunga 2024*. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b6bfa993-6bd0-4912-97db-4dc4eb738cfb/content>
- Erazo, D. C. (2016). *Determinación del tiempo óptimo de protección con casas chinas de manta térmica en tomate orgánico en Zamorano, Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/19f5888c-5ca7-4cfb-9f64-df5411b618f5/content>

- Galicia, K. R., López, M. Á., Alcalá, V. M., & Caballero, L. M. (12 de 09 de 2022). Prototipo de vivero forestal con fertirriego por subirrigaciónA prototype for a forest nursery with fertigation by sub-irrigation. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1195/3256>
- García, Adame, J., Cuevas, Murillo, F. D., & Vázquez. (2025). Producción de hortaliza en macrotuneles para las mujeres de zona rural veracruz.
- García, C. R. (2023). Prospección de agricultura protegida en el Litoral Ecuatoriano. <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/480979f0-d7b7-4717-974b-b39dc24b92da/content>
- García, M. S. (2017). *EFFECTO DE LAS MALLAS SOMBRA DE DIFERENTES COLORES Y UNA CUBIERTA PLASTICA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE TOMATE*. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/325/1/Tesis%20MAP%20Silvia%20Giromi%20Garcia%20Mendoza%20.pdf>
- García, V. O., Iriarte, A. A., Carabajal, D., Sabadzija, G., & Tomalino, L. (2000). INVERNADERO - SECADERO SOLAR PARA PEQUEÑOS. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/78988/Documento_completo.PDF-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, A. Z., Morales, J. Á., Alvarez, A. I., Rodríguez, H. R., Zapata, M. C., & Magaña, S. G. (2019). Propiedades espectrales de la cubierta de macro túneles y su relación con el crecimiento y rendimiento del chile poblano (*Capsicum annuum* L.). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792019000300253
- Hernandez, M. A. (2016). *Innovaciones Tecnológicas*. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51511892/Agricultura_Protegida_Pyme_Rural_OK_OOKOK-libre.pdf?1485391548=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DSerie_Innovaciones_Tecnologicas.pdf&Expires=1769196396&Signature=YdBOTuKgJAXs4Dbsaw2lx-Vw9EBjUe

- Llumiquina, A. B., & Tocagon, E. L. (2022). *DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL MONITOREO DEL ESTADO DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO EN LA SIERRA CENTRO MEDIANTE LA MEDICIÓN DE LA ALTURA Y DIÁMETRO DE TALLO*. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2c681664-510c-4448-92e9-fdc5c2641658/content>
- Moreira, E. N. (2025). Evaluación de diferentes ambientes de cámaras térmicas para optimizar el desarrollo morfológica y propagación de hijuelos de plátano (Musa AAB Simmonds). <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cede%C3%B1o%20Moreira%20Emily%20Nicole.pdf>
- Moretti, A., Olguin, F., Pinazo, M., Gortari, F., Bahima, J. V., & Graciano, C. (31 de 12 de 2018). Supervivencia y crecimiento de un árbol nativo maderable bajo diferentes coberturas de dosel en el Bosque Atlántico, Misiones, Argentina. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2019000100009
- Morocho, V., & Morocho, J. (2021). Trabajo previo a la obtención del título de tecnóloga superior en agroecología.
- Orozco, L. A., Pérez, M. F., & Angel, C. G. (2019). *Sustratos locales para la producción de pilones de tomate (Solanum lycopersicum L.) en dos localidades del departamento de San Marcos*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/8%20TOMATE%20OCCIDENTE/Sustratos%20pilones-CUSAM-Alfredo%20Orozco/CRIA%20SUSTRATO.pdf>
- Rodríguez Vicente, V. (2024). *Gestión y organización del vivero forestal*. https://www.google.com.ec/books/edition/Gesti%C3%B3n_y_organizaci%C3%B3n_del_vivero_fore/fy4yEQAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Rojas Rodríguez, f. E. (2001). *Viveros Forestales*. EUNED. Retrieved 2026, from https://www.google.com.ec/books/edition/Viveros_Forestales/35Z_FJIHQAC?hl=es-419&gbpv=1&kptab=morebyauthor

- Rubio, S. A., Milena, A. A., Grijalba, C. M., & Pérez, M. M. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732014000100007&script=sci_arttext
- Saenz, B. R. (2025). Efecto de diferentes sustratos y concentraciones del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estaquillas de pampa oégano (*Lippia alba*), propagados en minitúneles de sub irrigacion. <https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/40959ece-72ec-4ce1-bdc1-7df1a91d6054/content>
- Sel, A. C. (09 de 06 de 2022). ANÁLISIS FINANCIERO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MACROTÚNELES CON DIVERSOS TIPOS DE. <https://biblior.url.edu.gt/wp-content/uploads/publiwevg/Tesis/2022/06/09/Coy-Arnulfo.pdf>
- Tzún, J. D. (06 de 2023). Evaluación de cuatro sustratos a base de *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle, extraída del lago de Atitlán bajo condiciones de macrotúnel para la producción de ciprés comun *Cupressus lusitancia* Miller. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/21304/1/02-2023%20FORESTAL%20Jonat%C3%A1n%20Domingo%20Abimael%20Mench%C3%BA%20Tz%C3%BAn.pdf>

Anexos

1. ANEXO A. APROBACIÓN DE TEMA

Figura 6 Asignación del tutor



2. ANEXO B. ACEPTACIÓN O APROBACIÓN DE LA EMPRESA

3. ANEXO C. FOTOGRAFÍAS

Figura 7 Macrotúneles sarán



Figura 9 Macrotúneles de Plástico



Figura 8 Recolección de datos



Figura 10 Recolección de datos
día 2



Figura 11 Macrotúneles



Figura 12 Área de las plantas



Figura 13 Plantas de Pachaco



Figura 14 Revisión de tutor



Figura 15 Plantas maderables al ambiente



4. ANEXO D. CERTIFICADO DE COINCIDENCIA ACADÉMICA (EMITIDO POR TUTOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO)

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Figueroa Rubén Darío tesis compilatio

< 1%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

< 1% Idiomas no reconocidos

14% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Figueroa Rubén Darío tesis compilatio.docx
ID del documento: b97d14d8c243b1adf6931c0f684efdf4bd0b2cd0
Tamaño del documento original: 762,93 kB

Depositante: Miguel Macay Anchundia
Fecha de depósito: 1/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 1/2/2026

Número de palabras: 5195
Número de caracteres: 34143

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.repositorio.usac.edu.gt/ Evaluación de cuatro sustratos a base de Hydrilla... http://www.repositorio.usac.edu.gt/21304/1/02-2023-FORESTAL Jorján Domingo Abimael M...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)

Fuente con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Crecimiento de plántulas de hortalizas en condiciones de macrotu... #124331 Venez de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)