



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
INGENIERA AGROPECUARIA**

“Frecuencia de aplicación de riego en etapa de vivero en especies forestales”

AUTORA: Mónica Cecibel Moreira Macay

TUTOR: Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD

El Carmen, agosto del 2025

	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 II de 55

CERTIFICACIÓN

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

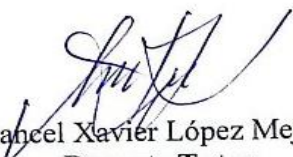
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Moreira Macay Mónica Cecibel**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Frecuencia de aplicación de riego en etapa de vivero en especies forestales”**.

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, 8 de agosto de 2025

Lo certifico,


 Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD.
Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**"Frecuencia de aplicación de riego en etapa de vivero en especies
forestales"**

AUTORA: Mónica Cecibel Moreira Macay

TUTOR: Ing. Francel Xavier López Mejía, PhD.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio, Mg

MIEMBRO Ing. Nivela Morante Pedro Eduardo, Mg

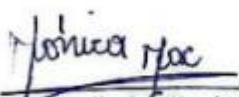
MIEMBRO Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Mónica Cecibel Moreira Macay con cédula de ciudadanía 230014385-2, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en las aplicaciones de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones con el tema **"Frecuencia de aplicación de riego en etapa de vivero en especies forestales"**, son información exclusiva de su autora, apoyados por el criterio de profesionales de diferentes indoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen.

Atentamente,


Mónica Cecibel Moreira Macay

El Carmen, 08 de agosto del 2025

DEDICATORIA

“La mujer que se conoce a sí misma es una fuerza imparable.”— Verónica Tugaleva

Me dedico este logro a mí misma, por demostrarme cada día que soy capaz de alcanzar mis objetivos, incluso en los momentos más difíciles. Agradezco mi valentía, constancia y la fe que he depositado en cada paso de este camino.

Y, con todo mi amor, dedico este trabajo de titulación a mi abuela, quien, con sus sabios consejos, ejemplo de vida y palabras de aliento, me ha inspirado a convertirme en la profesional que hoy soy. Gracias a ella, hoy culmino esta etapa como Ingeniera Agropecuaria.

Mónica Cecibel Moreira Macay

AGRADECIMIENTO

*"Una mujer con voz es, por definición, una mujer fuerte. Pero la búsqueda para encontrar esa voz puede ser notablemente difícil."— **Melinda Gates***

Con mucho cariño, agradezco profundamente a Rufina de las Nieves Torres Cedeño, por su amor incondicional, guía y fortaleza que me han acompañado a lo largo de este camino. Extiendo también mi gratitud a todas las personas que me han apoyado de una u otra manera para que esto sea posible. Cada gesto, palabra y acto de aliento ha sido fundamental en esta etapa de mi vida.

Mónica Cecibel Moreira Macay

ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXO.....	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPITULO I.....	1
TÍTULO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
Pregunta de investigación.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
HIPÓTESIS.....	5
METODOLOGÍA	6
1.1 Localización de la unidad experimental	6
1.2 Caracterización climatológica de la zona.....	6
1.3 Materiales y Equipos	7
1.4 Variables	7
1.5 Métodos	7
1.5.1 Método empírico	7
1.5.2 Método experimental.....	8
1.6 Análisis estadístico.....	8
1.7 Diseño experimental.....	8
1.8 Manejo del experimento	9
2 CAPÍTULO II	11
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Concepto y función de un vivero	11
2.2 Tipos de viveros forestales.....	11
2.3 Condiciones del terreno para instalar un vivero.....	12
2.4 Distribución del vivero forestal.....	12

2.4.1	Cuidados culturales en el vivero forestal	13
2.4.1	Producción en vivero	13
2.5	Sustratos para vivero forestal	15
2.6	Calidad de planta en vivero forestal	15
2.7	Propiedades físicas o medibles directamente	16
2.8	Propiedades fisiológicas o de desarrollo	16
2.9	Especie forestal Pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake)	17
2.9.1	Distribución y hábitat	17
2.9.2	Descripción botánica	17
2.9.3	Propiedades y usos de la madera	17
2.9.4	Vivero, germinación, riego y sensibilidad hídrica	17
2.9.5	Silvicultura y crecimiento en campo	18
2.9.6	Sanidad forestal	18
CAPITULO III		19
DESARROLLO DE LA PROPUESTA		19
3.1	Descripción del sistema	19
3.2	Diseño y selección de tecnologías a implementar	20
3.3	Plan de implementación	22
3.4	Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo	23
3.5	Resultados de la frecuencia de riego en plántulas de pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i>)	25
3.5.1	Altura de plántula (cm)	25
3.5.2	Diámetro del tallo (mm)	27
3.5.3	Número de hojas	28
3.5.4	Porcentaje de supervivencia al trasplante	30
CAPÍTULO IV		31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		31
CONCLUSIONES		31
RECOMENDACIONES		31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		XXXV
ANEXOS		XXXV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas de la localidad	6
Tabla 2. <i>Tratamiento de estudio</i>	9
Tabla 3. Tipos de viveros forestales y sus características.....	11
Tabla 4. Ventajas de tener plantas en vivero	14
Tabla 5. Desglose de costos de adquisición e instalación del sistema de riego del vivero.....	19
Tabla 6. Secuencia de instalación y prueba de funcionamiento del sistema de riego del vivero (plántulas de pachaco)	23
Tabla 7. Altura de la planta (cm) a los 15 días (<i>Schizolobium parahyba</i>).....	25
Tabla 8. Altura de la planta (cm) a los 30 días (<i>Schizolobium parahyba</i>).....	26
Tabla 9. Altura de la planta (cm) a los 45 días (<i>Schizolobium parahyba</i>).....	26
Tabla 10. Diámetro del cuello del tallo (mm) a los 30 días (<i>Schizolobium parahyba</i>).....	27
Tabla 11. Diámetro del cuello del tallo (mm) a los 45 días (<i>Schizolobium parahyba</i>).....	27
Tabla 12. Número de hojas a los 15 días en pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i>)	28
Tabla 13. Número de hojas a los 30 días en pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i>)	29
Tabla 14. Número de hojas a los 45 días en pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i>)	29
Tabla 15. Número de hojas a los 45 días en pachaco (<i>Schizolobium parahyba</i>)	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de proyecto de investigación	6
Figura 2. Distribución general de un vivero forestal.....	12
Figura 3. Cultivo y vivero de <i>Schizolobium parahyba</i>	18
Figura 4. Croquis del sistema de riego del vivero.....	21

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Registro de altura de plántulas en vivero forestal	XXXV
Anexo 2. Registro del diámetro de plantas en vivero forestal	XXXV
Anexo 3. Registro del número de hojas de plantas en vivero forestal	XXXVI
Anexo 3. Acta de entrega y recepción de equipo de riego	XXXVII

RESUMEN

El riego es fundamental en la fase de vivero de especies forestales, ya que influye directamente en el establecimiento y la calidad de las plántulas. En este estudio se evaluó el efecto de dos tratamientos con frecuencia diaria de riego y sin frecuencia de riego programado sobre el desarrollo morfológico y la supervivencia de plántulas de *Schizolobium parahyba* en vivero. Los datos fueron analizados mediante la prueba t de Student para muestras independientes, aplicando Welch cuando las varianzas no resultaron homogéneas. A los 15 días, el riego diario aumentó la altura en un 41 % (10,98 cm vs 7,79 cm; $p < 0,0001$). A los 30 días, la altura fue un 30 % mayor (17,64 cm vs 13,60 cm; $p < 0,0001$), el diámetro del cuello creció un 39 % (3,71 mm vs 2,67 mm; $p < 0,0001$) y el número de hojas se incrementó un 15 % (7,8 vs 6,8 hojas; $p = 0,0052$). A los 45 días, la altura fue un 19 % superior (32,93 cm vs 27,66 cm; $p < 0,0001$), el diámetro un 30 % mayor (4,69 mm vs 3,60 mm; $p < 0,0001$) y la emisión foliar un 23 % adicional (17,21 vs 13,93 hojas; $p < 0,0001$). Finalmente, la supervivencia tras trasplante mejoró en 12,2 puntos porcentuales (88,5 % vs 76,3 %; $p < 0,0001$). Se concluye que la frecuencia diaria de riego optimiza de forma integral el vigor morfológico y la viabilidad pos-trasplante de plántulas de *S. parahyba* en vivero, recomendándose este manejo para maximizar la calidad y la adaptación al campo.

Palabras claves: forestales, supervivencia, aspersores, vivero, crecimiento

ABSTRACT

Irrigation is crucial during the nursery phase of forest species, as it directly affects seedling establishment and quality. This study assessed the impact of two irrigation regimes daily scheduling versus no scheduled irrigation on the morphological development and post-transplant survival of *Schizolobium parahyba* seedlings. Seedling height, stem-collar diameter and leaf number were measured at 15, 30 and 45 days, and survival was recorded after transplanting. Data were analysed using Student's t-test for independent samples, with Welch's correction applied when variances were unequal. At 15 days, daily irrigation increased height by 41 % (10.98 cm vs 7.79 cm; $p < 0.0001$). By 30 days, height was 30 % greater (17.64 cm vs 13.60 cm; $p < 0.0001$), collar diameter was 39 % larger (3.71 mm vs 2.67 mm; $p < 0.0001$) and leaf number rose by 15 % (7.8 vs 6.8 leaves; $p = 0.0052$). At 45 days, height was 19 % higher (32.93 cm vs 27.66 cm; $p < 0.0001$), diameter 30 % greater (4.69 mm vs 3.60 mm; $p < 0.0001$) and leaf emission 23 % additional (17.21 vs 13.93 leaves; $p < 0.0001$). Post-transplant survival improved by 12.2 percentage points under daily irrigation (88.5 % vs 76.3 %; $p < 0.0001$). It is concluded that daily irrigation optimises morphological vigour and enhances transplant survival of *S. parahyba* seedlings, and is therefore recommended for maximising nursery performance and field adaptation.

Keywords: forest nursery, seedling survival, sprinkler irrigation, morphological growth, transplant establishment.

CAPITULO I

TÍTULO

Frecuencia de aplicación de riego en etapa de vivero en especies forestales

INTRODUCCIÓN

La silvicultura moderna reconoce que el éxito de una reforestación comienza desde el vivero, etapa crítica donde las condiciones de manejo influyen directamente en la calidad del material vegetal (Brucker Kelling et al., 2017; Martínez et al., 2007). En el caso del Ecuador, país reconocido como líder mundial en la exportación de madera de balsa, con una participación del 85 % en el mercado global la producción de especies forestales sigue enfrentando desafíos, especialmente en la gestión del riego en viveros (Teófilo et al., 2012).

A pesar del avance en técnicas de propagación, el manejo hídrico sigue siendo deficiente, lo que compromete la calidad y supervivencia de las plántulas en el vivero. Una adecuada frecuencia de riego es clave para asegurar el desarrollo fisiológico óptimo de las especies forestales en vivero (Verdezoto et al., 2023). No obstante, muchos viveros en el país aún operan sin protocolos técnicos definidos para el suministro de agua, lo que responde en parte a la escasa investigación en fertilización y riego en este ámbito (Romero et al., 2008).

Esta carencia de estudios ha llevado a prácticas empíricas, con consecuencias negativas como el estrés hídrico por déficit o la lixiviación de nutrientes por exceso de agua. Investigaciones han demostrado que la disponibilidad hídrica influye de forma directa en el desarrollo de las plantas durante sus primeras etapas (Guerrero, 2023; McCreary & Duryea, 1987).

Prieto-Ruiz et al. (2007), menciona que la falta de agua puede restringir la elongación celular, la absorción de nutrientes y la fotosíntesis, mientras que el riego excesivo puede causar la saturación del sustrato, reducir la aireación radicular y favorecer la pérdida de nutrientes esenciales. Por tanto, es crucial encontrar un equilibrio que responda a las necesidades específicas de cada especie forestal y a su etapa de desarrollo (Teófilo et al., 2012).

Por su parte Maldonado-Benitez et al. (2011), establece que ante la necesidad de optimizar el manejo hídrico en viveros forestales, se ha incrementado el interés por establecer frecuencias de riego adecuadas que favorezcan el desarrollo de las plántulas desde el sustrato. Un riego bien

dosificado garantiza que las raíces se desarrollen en un ambiente con disponibilidad constante de humedad, sin caer en exceso que provoque asfixia radicular o deficiencias por lixiviación (Costa et al., 2007).

La regulación precisa del riego en esta etapa crítica permite mejorar la calidad del sistema radicular, lo que repercute directamente en la capacidad de adaptación de las plantas al momento del trasplante (Ávila-Flores et al., 2014). En consecuencia, Costa et al. (2007) menciona que una correcta estrategia de riego en vivero se traduce en un mayor porcentaje de supervivencia en campo, fortaleciendo así los procesos de reforestación y recuperación de ecosistemas degradados.

Además del manejo del riego, la calidad morfológica y fisiológica de las plantas producidas en vivero es determinante para su éxito en campo (Martínez, 2014; Romero et al., 2008). Características como el diámetro del cuello, el tamaño del sistema radicular y el equilibrio entre la parte aérea y subterránea inciden en la tasa de supervivencia y el crecimiento posterior a la plantación (Ávila-Flores et al., 2014). Una planta con baja calidad inicial enfrentará mayores dificultades para establecerse, lo cual encarece los procesos de reforestación y reduce su eficiencia (Martínez, 2014).

Se propone, la implementación de un sistema de riego controlado que optimice el uso del agua, mejore la calidad del material vegetal y contribuya al éxito de las futuras plantaciones forestales, en concordancia con los principios de sostenibilidad y eficiencia en la producción silvícola.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción eficiente de plántulas forestales en viveros depende de un manejo técnico adecuado que garantice su calidad y viabilidad en campo (Brucker-Kelling et al., 2017). En Ecuador, a pesar de ser un país con importante potencial forestal, gran parte de los viveros aún carece de criterios técnicos estandarizados para regular el riego (Noboa, 2010). Esta limitación, atribuida a la escasa investigación en el tema, ha llevado a que la frecuencia de riego se determine de forma empírica, sin considerar las particularidades de cada especie y su fase de desarrollo (Aquino et al., 2015).

Aquino et al. (2015), menciona que cuando la aplicación del agua no responde a las necesidades fisiológicas de las plantas, el desarrollo de las plántulas se ve afectado. Un exceso

en la cantidad de agua puede provocar pérdida de nutrientes y disminución en la oxigenación del sustrato, mientras que una aplicación deficiente limita la absorción de agua y nutrientes, reduciendo el crecimiento de las raíces y de la parte aérea (Moreira-Bravo, 2021). Ambas situaciones generan plantas de baja calidad, lo cual incide directamente en su tasa de supervivencia después del trasplante en campo (Martínez, 2014).

La falta de lineamientos técnicos sobre la frecuencia óptima de riego en vivero representa una limitación significativa para el fortalecimiento de la producción forestal (Cartes-Rodríguez et al., 2019). La implementación de esquemas de riego racionalizados permitiría no solo mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico, sino también incrementar el porcentaje de supervivencia de las plántulas, lo cual se traduce en menores costos de reposición y mayor efectividad en las reforestaciones.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye el riego en el desarrollo morfofisiológico y en la supervivencia de las plántulas de especies forestales durante la etapa de vivero?

JUSTIFICACIÓN

El riego agrícola constituye un componente esencial en la producción vegetal, tanto en campo abierto como en viveros (Ávila-Flores et al., 2014). Su propósito radica en satisfacer de forma precisa las necesidades hídricas de los cultivos, reponiendo el agua utilizada por las plantas en sus procesos fisiológicos (Casanova-Muñoz, 2020). Una aplicación adecuada del riego permite mejorar el crecimiento, favorecer la absorción de nutrientes y reducir el riesgo de estrés hídrico (Casanova, 2015).

Macías, (2013), establece que en el caso de los viveros forestales, el manejo del agua incide de manera directa en la calidad morfológica y fisiológica de las plántulas, lo cual repercute en su supervivencia tras el trasplante. Diversos factores determinan la elección del sistema de riego, entre ellos: la especie cultivada, el tipo de sustrato, el diseño del vivero (en suelo o en mesas elevadas), la disponibilidad y calidad del agua, los costos de operación y la necesidad de uniformidad en la distribución (Sánchez-González, 2022).

Una elección adecuada de estos elementos permite optimizar los recursos, mejorar la eficiencia productiva y asegurar la calidad de las plantas destinadas a programas de reforestación (Hurtado-Santana, 2023). En la actualidad, el aumento en la demanda de agua

para uso agrícola y forestal exige mejorar los sistemas tradicionales de riego (Moreira-Bravo, 2021).

Los métodos tecnificados, como el riego por aspersión, microaspersión y goteo, se presentan como alternativas que favorecen una aplicación más controlada del recurso, minimizan pérdidas por escorrentía o percolación y aumentan la eficiencia en el uso del agua (Martínez, 2014). Estas tecnologías permiten responder a los desafíos de sostenibilidad, especialmente en regiones con limitaciones hídricas (Guerrero, 2023).

La eficiencia hídrica en viveros forestales no solo mejora el uso del agua, sino que también incrementa la calidad del sistema radicular de las plántulas, fortalece su estructura y aumenta sus probabilidades de adaptación al campo (Hurtado-Santana, 2023). Por tanto, establecer frecuencias de riego adecuadas se vuelve una estrategia fundamental para garantizar un desarrollo vigoroso en la etapa de vivero y un mejor rendimiento en las fases posteriores (Martínez, 2014).

Una producción eficiente de plantas forestales debe incorporar prácticas sustentables y fundamentadas en estudios técnicos (Casanova-Muñoz, 2020). La aplicación racional del agua no solo responde a principios agronómicos, sino que también se convierte en una herramienta clave para reducir el impacto ambiental, disminuir costos de producción y mejorar los resultados de los programas de restauración ecológica y reforestación.

OBJETIVOS

i) Objetivo general

Evaluar el efecto de la frecuencia de riego vs. sin frecuencia de riego sobre el desempeño morfológico y la supervivencia de plántulas de pachaco (*Schizolobium parahybum*) en vivero.

ii) Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento morfológico (altura, diámetro del cuello y número de hojas) de las plántulas de *Schizolobium parahybum* bajo la frecuencia de riego en la etapa de vivero.
- Establecer la frecuencia de riego que genere un mayor porcentaje de supervivencia y adaptación de las plántulas de *Schizolobium parahybum* al momento del trasplante.

HIPÓTESIS

H_a (alternativa): La frecuencia de riego mejora el desempeño de las plántulas en vivero y aumenta su supervivencia al trasplante respecto a sin frecuencia de riego.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 Localización de la unidad experimental

La investigación se desarrolló en la Granja Experimental “Río Suma”, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Esta granja se localiza en las coordenadas UTM -0.259647, -79.427987.

El área de viveros forestales de la Granja Experimental “Río Suma” está diseñada para la producción y manejo de plántulas de especies arbóreas bajo condiciones controladas, lo que permite la implementación de prácticas agronómicas orientadas a mejorar la calidad del material vegetal.

Figura 1. Localización de proyecto de investigación



Nota. Tomado de Google Maps, (2025).

1.2 Caracterización climatológica de la zona

A continuación, algunas características agroclimáticas del cantón:

Tabla 1. Características climatológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

1.3 Materiales y Equipos

Equipos de riego	Herramientas e instrumentos	Insumos de vivero forestales
Bomba centrífuga superficial	Palas y picos	Semilla de pachaco
Manguera de succión	Cinta métrica y nivel	Bandejas germinadoras
Válvula de pie con colador	Llaves ajustables / cortatubos	Fundas o tubetes
Válvula de retención (cheque)	Destornilladores y tenazas	Sustrato para vivero
Filtro de malla	Manómetro	Etiquetas de identificación
Manguera/tubería principal	Recipientes graduados (5–10 L)	Marcadores indelebles
Válvulas de corte	Cronómetro	Malla sombra
Derivaciones internas (tees, codos)	Multímetro	Registros/planillas de campo
Aspersores 360°	Cinta de teflón	Regaderas manuales
Soportes para aspersores (riser)	Abrazaderas metálicas	Guantes descartables para siembra
Adaptadores y reductores	Acoples rápidos	Bolsas para residuos
Acoples rápidos	Sierra/segueta para plástico	Alcohol/solución desinfectante
Uniones y conectores	EPP: guantes, gafas, botas	

1.4 Variables

1.4.1.1 Variables independientes

- Frecuencia de aplicación de riego.

1.4.1.2 Variables dependientes

- Altura de plántula (cm).
- Número de hojas.
- Diámetro del cuello (mm).
- Porcentaje de supervivencia al trasplante.

1.5 Métodos

1.5.1 Método empírico

Se utilizó el método empírico para recolectar información a partir de la observación directa del desarrollo de las plántulas en el vivero forestal (Hidalgo, 2005). Esta aproximación permitió registrar datos visuales y cuantificables sobre la respuesta de las especies ante diferentes

frecuencias de riego, facilitando la comprensión real del comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas en condiciones controladas.

1.5.2 Método experimental

La investigación se basó en un enfoque experimental que permitió controlar y evaluar el efecto de distintas frecuencias de riego sobre el crecimiento de plántulas de especies forestales (Arias, 2012). Se mantuvieron condiciones ambientales constantes propias del vivero forestal, y se manipularon las frecuencias de riego como factor principal. Este método posibilitó una evaluación precisa de las respuestas agronómicas de las plantas.

1.6 Análisis estadístico

Los datos de altura de plántula (cm), número de hojas, diámetro del cuello (mm), y porcentaje de supervivencia al trasplante se analizaron exclusivamente mediante la prueba t de Student para muestras independientes, comparando los dos grupos: con frecuencia de riego y sin frecuencia de riego, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Previamente se comprobó el cumplimiento de los supuestos de normalidad de los residuales (prueba de Shapiro–Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene).

Cuando no se verificó la homocedasticidad, se aplicó la corrección de Welch; si la normalidad no se cumplió, se recurrió a la prueba no paramétrica de Mann–Whitney. El porcentaje de supervivencia se transformó mediante $\arcseno(\sqrt{p})$ antes del contraste paramétrico. El procesamiento se realizó en InfoStat. Los resultados se reportaron como media $\pm$ desviación estándar, incluyendo t, grados de libertad, p-valor, intervalo de confianza al 95 % de la diferencia de medias y el tamaño del efecto (d de Cohen).

1.7 Diseño experimental

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 25 plántulas, cultivadas en condiciones uniformes dentro del área de viveros forestales. Todas las plántulas fueron sembradas en el mismo tipo de sustrato y expuestas a iguales condiciones de luminosidad, temperatura y nutrición. Este diseño permitió una evaluación comparativa confiable entre tratamientos, asegurando la validez estadística del experimento.

Tabla 2. *Tratamiento de estudio*

Tratamiento	Frecuencia de riego	Número de repeticiones	Plántulas por repetición	Total de plántulas por tratamiento
T1	Con frecuencia de riego	4	25	100
T2	Sin frecuencia de riego	4	25	100

1.8 Manejo del experimento

Las actividades experimentales se llevaron a cabo en el área de viveros forestales de la Granja Experimental Río Suma, bajo condiciones controladas de humedad, luz y temperatura propias del entorno. Antes del establecimiento del ensayo, se procedió a la preparación de las semillas mediante un proceso de escarificación mecánica, con el fin de romper la latencia y uniformar la germinación (Gareca et al., 2018). La técnica consistió en realizar una pequeña incisión superficial en la testa de la semilla utilizando papel lija de grano fino, evitando dañar el embrión, para facilitar la absorción de agua (Basave-Villalobos et al., 2017).

Posteriormente, las semillas fueron sembradas en bandejas germinadoras con sustrato orgánico compuesto por tierra negra, arena y compost en proporciones homogéneas. Una vez que las plántulas alcanzaron el estado de desarrollo adecuado (hojas verdaderas y raíces bien establecidas), se procedió al trasplante a bolsas de polietileno en las que se establecieron los tratamientos (Cartes-Rodríguez et al., 2019).

La asignación de los tratamientos se realizó al azar, de acuerdo con el diseño completamente al azar (DCA), distribuyendo las unidades experimentales en bancos de cultivo, bajo iguales condiciones de luz y exposición. El riego se aplicó según la frecuencia asignada todos los días a las 8 am. El volumen de agua aplicado fue uniforme en todos los tratamientos, controlado con goteros calibrados.

Durante el desarrollo del experimento, se realizaron evaluaciones semanales para registrar las siguientes variables: altura de plántula (con regla graduada en cm), número de hojas, diámetro del cuello (medido con vernier digital en mm). También se calculó el porcentaje de supervivencia al trasplante, registrando el número de plántulas vivas en relación al total inicial (Rueda-Sánchez et al., 2012a).

Todos los datos fueron anotados en fichas de campo previamente diseñadas para asegurar la uniformidad del registro. Posteriormente, la información recolectada fue digitalizada y procesada mediante análisis estadístico, con el objetivo de determinar diferencias significativas entre tratamientos y establecer recomendaciones agronómicas para el manejo del riego en viveros forestales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto y función de un vivero

Un vivero forestal constituye una unidad productiva especializada en la reproducción y desarrollo de plantas, particularmente especies arbóreas, bajo condiciones controladas (Cartes-Rodríguez et al., 2019). Su objetivo es garantizar la producción de plántulas con características morfológicas y fisiológicas adecuadas para asegurar su supervivencia y adaptación al ambiente definitivo (Casanova, 2015).

Estos espacios utilizan técnicas avanzadas para modificar parcialmente el microclima, gestionar el fotoperiodo, inducir la floración y mejorar la eficiencia de propagación, ya sea sexual o asexual (Orozco et al., 2010).

2.2 Tipos de viveros forestales

La clasificación de los viveros responde a criterios como su permanencia, finalidad productiva y tipo de propagación. Los viveros permanentes se construyen con infraestructura fija y capacidad para producir múltiples especies y tipos de plantas, con una vida útil indefinida (Aguirre et al., 2008). Los viveros volantes, en cambio, se instalan de forma temporal cerca de áreas de reforestación, con estructuras ligeras y producción limitada a una o dos especies, usualmente a raíz desnuda (Aquino et al., 2015).

Tabla 3. *Tipos de viveros forestales y sus características*

Tipo de vivero	Características principales
Vivero permanente ^a	Operación continua, infraestructura fija, produce varias especies.
Vivero volante o temporal ^a	Instalación provisional, producción limitada, se desmonta tras uso.
Vivero de planta en envase ^a	Uso de envases plásticos, facilita el trasplante y el control del sustrato.
Vivero de planta a raíz desnuda ^c	Producción directa en suelo, sin envase, requiere manejo cuidadoso.
Vivero tecnificado ^b	Infraestructura moderna con riego automatizado y control ambiental.
Vivero comunitario ^c	Administración comunitaria, enfoque social o ambiental.
Vivero escolar o educativo ^a	Ubicado en instituciones educativas, con fines didácticos.

Nota. Tomado de Sánchez-González (2022)^a; Cartes-Rodríguez et al. (2019)^b; Hurtado Santana, (2023)^c

Por otro lado, los viveros de planta en envase constituyen la tendencia más moderna, ya que permiten un mayor control del sustrato y la humedad. Finalmente, los viveros de planta a raíz desnuda son aún frecuentes, especialmente en modalidades temporales de producción (Ávila-Flores et al., 2014; Brucker-Kelling et al., 2017).

2.3 Condiciones del terreno para instalar un vivero

La selección del sitio debe considerar una topografía suave que facilite el acceso y la mecanización. El terreno debe presentar buen drenaje, textura franca o franco-arenosa, y estar libre de partículas mayores a 2 mm (Rueda-Sánchez et al., 2012).

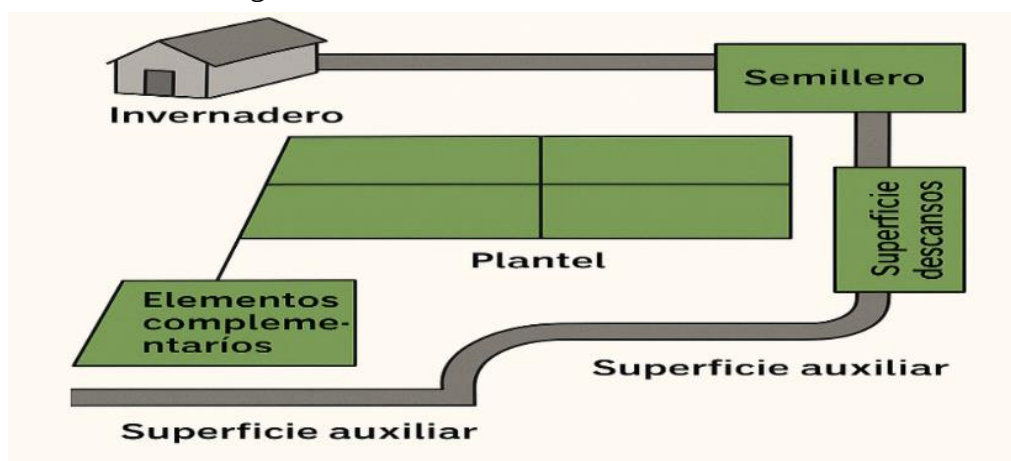
Se recomienda que el contenido de materia orgánica oscile entre 2,5 % y 5 %, y que el pH se mantenga entre 5,5 y 6,5 para evitar enfermedades como el damping-off y favorecer la micorrización (Moreira-Bravo, 2021). La altitud no debe superar los 1200 msnm en la zona norte y 1600 msnm en la zona sur, con disponibilidad suficiente de agua de buena calidad (Martínez, 2014).

2.4 Distribución del vivero forestal

El diseño de un vivero incluye dos grandes áreas: la superficie principal y la superficie auxiliar. La superficie principal comprende el semillero (al aire libre o bajo sombra), el plantel (para siembras directas o trasplantes), zonas para cultivo en envases y superficies de descanso (barbecho) (Mesén, 1996). También se incluyen invernaderos con sistemas de control ambiental, y elementos complementarios como cerramientos, depósitos, zonas de compostaje, laboratorios, almacenes y aulas técnicas (Benítez et al., 2002).

La superficie auxiliar se organiza en caminos principales (5 m de ancho), caminos secundarios (1 a 5 m) y sendas (menos de 1 m), que facilitan la circulación de maquinaria, personal y materiales. Esta estructura funcional garantiza la eficiencia operativa y la organización del flujo de trabajo dentro del vivero (Rueda-Sánchez et al., 2012).

Figura 2. Distribución general de un vivero forestal



2.4.1 Cuidados culturales en el vivero forestal

Los cuidados culturales representan una práctica esencial dentro de los viveros forestales, ya que permiten mantener condiciones óptimas para el crecimiento saludable de las plántulas. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes:

Control de malezas: Las malezas tienden a desarrollarse con rapidez en los almácigos, lo que compite con las plántulas por nutrientes, agua y luz (Hurtado-Santana, 2023). Para su control, se recomienda el uso de coberturas superficiales como aserrín de madera o cisco de arroz sobre la boca de la bolsa. Costa et al. (2007), mencionan que este método actúa como una barrera física que impide la emergencia de malezas, además de conservar la humedad del sustrato.

Riego en época seca: Durante periodos de baja precipitación, resulta necesario aplicar riego al menos cada dos días para evitar el estrés hídrico en las plántulas (Rey, 2020). Para Noboa (2010), complementar esta práctica, se deben habilitar pequeñas zanjas de drenaje en el perímetro del vivero, lo que evita la acumulación excesiva de agua y previene enfermedades radiculares

Fertilización en el almácigo: El suministro de fertilizantes debe limitarse a situaciones donde las plántulas presenten signos visibles de deficiencia de nitrógeno, tales como hojas de tonalidad verde pálido (Mesén, 1996). En estos casos como lo explica Benítez et al., (2002), se aplica una solución de urea al 0,5 %, correspondiente a 50 gramos disueltos en 10 litros de agua, lo cual permite corregir el déficit nutricional de manera efectiva.

Regulación de la sombra: La cobertura del vivero se ajusta mediante la colocación de hojas de plátano o palma sobre estructuras de sombra (Ávila-Flores et al., 2014). A medida que las plántulas evolucionan, se retira progresivamente la cobertura para adecuar la luminosidad a las necesidades fisiológicas de las especies cultivadas (Rueda-Sánchez et al., 2012).

2.4.1 Producción en vivero

Para garantizar un desarrollo adecuado de las plántulas, se recomienda emplear sustratos con un contenido de materia orgánica entre 8 % y 10 % (Rey, 2020). En caso de disponibilidad, puede integrarse ceniza de madera, la cual mejora las condiciones químicas del sustrato al aportar minerales y facilitar la aireación (Ávila-Flores et al., 2014).

Durante la siembra, la orientación de la semilla debe corresponder a su forma fisiológica, ubicándola con la punta hacia abajo para favorecer la germinación (Benítez et al., 2002). En los casos en que se utilicen semilleros, se deben trazar surcos paralelos con una profundidad de entre 2 y 3 centímetros (Aquino et al., 2015). La semilla se distribuye de forma lineal dentro de los surcos y se cubre con una capa fina del mismo sustrato (Rueda-Sánchez et al., 2012).

Además de la propagación sexual, algunas especies forestales pueden reproducirse por medio de pseudoestacas (Rey, 2020). Esta técnica consiste en podar entre 5 y 15 centímetros de la parte aérea de las plántulas, una vez que alcanzan un diámetro basal de 1 a 2,5 centímetros. Se conserva entre dos y tres yemas, así como de 15 a 25 centímetros del sistema radicular, lo que permite generar un nuevo individuo con características similares al original (Rueda-Sánchez et al., 2012b).

Tabla 4. *Ventajas de tener plantas en vivero*

Ventaja	Descripción
-Control del ambiente	Permite regular temperatura, humedad, luz y riego según las necesidades de la especie.
-Mayor porcentaje de sobrevivencia	Las plantas crecen en condiciones favorables que mejoran su adaptación al trasplante.
-Optimización del espacio	Posibilita cultivar muchas plantas en un área reducida con eficiencia.
-Mejor uso de los insumos	Minimiza desperdicios al aplicar agua y fertilizantes de forma precisa.
-Protección frente a factores adversos	Disminuye el impacto de plagas, enfermedades y condiciones climáticas extremas.
-Producción planificada y continua	Facilita la producción continua de plantas en función de la demanda.
-Uniformidad en el crecimiento	Favorece el desarrollo homogéneo de plántulas con tamaños similares.
-Reducción de costos en campo	Reduce las necesidades de riego y cuidados tras el establecimiento en campo.
-Selección y mejora genética	Permite identificar y propagar plantas con características deseables.
-Facilidad de monitoreo y manejo sanitario	Facilita la detección temprana de problemas y la aplicación de tratamientos.

Nota. Tomado de Sánchez-González (2022)

2.5 Sustratos para vivero forestal

El sustrato representa el medio físico en el que se desarrollan las raíces de las plántulas. Su función principal consiste en proporcionar soporte mecánico, permitir el intercambio gaseoso y facilitar la disponibilidad de agua y nutrientes (Verdezoto et al., 2023). Un sustrato bien formulado garantiza condiciones óptimas para el crecimiento radicular, lo cual influye directamente en la calidad de la planta al momento del trasplante (Alomía-Lucero et al., 2022).

Según Barbaro et al. (2011), la composición ideal de un sustrato debe incluir elementos que aporten tanto estructura como nutrientes. Entre los componentes más comunes destacan:

Tierra negra: Este material corresponde a la capa superficial del suelo, generalmente presente en bosques, con un espesor que varía entre 10 y 20 centímetros (Alomía-Lucero et al., 2022). Se caracteriza por su alto contenido en materia orgánica en descomposición, lo que lo convierte en una fuente rica en nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal (De Grazia et al., 2007).

Arena: Este componente mejora la aireación y el drenaje del sustrato (Fiasconaro et al., 2017). Su incorporación permite que el agua fluya con facilidad, evita la compactación y crea un entorno propicio para el crecimiento de las raíces, especialmente en climas húmedos (Melo-Hernández, 2011).

Materia orgánica: Actúa como fuente primaria de nutrientes para las plántulas. Su origen puede ser diverso, incluyendo estiércol de aves, ganado o cabras, restos de madera en descomposición, humus de lombriz, compost u otros residuos orgánicos estabilizados (Alomía-Lucero et al., 2022). Su presencia en el sustrato enriquece la actividad microbiológica y mejora la retención de humedad y nutrientes (Soza, 2023).

Una mezcla balanceada de estos componentes permite obtener un medio de cultivo suelto, aireado y fértil, características fundamentales para el desarrollo vigoroso de especies forestales en vivero (Melo-Hernández, 2011).

2.6 Calidad de planta en vivero forestal

La calidad de una planta producida en vivero se define por un conjunto de atributos morfológicos y fisiológicos que reflejan su capacidad para establecerse y desarrollarse satisfactoriamente en campo (Téllez-Pérez et al., 2018). Esta evaluación permite identificar las

características del fenotipo más adecuado para un sitio específico, mejorando así las tasas de supervivencia y crecimiento posterior a la plantación (Soza, 2023).

Existen múltiples criterios para valorar la calidad de las plantas, aunque no se ha establecido un estándar único, especialmente en condiciones ambientales adversas (Téllez-Pérez et al., 2018). No obstante, el proceso de evaluación se organiza en torno a dos grandes grupos de atributos:

2.7 Propiedades físicas o medibles directamente

Estas propiedades se obtienen a través de mediciones estructurales o análisis morfológicos. Entre los parámetros más relevantes se encuentran:

- Altura de la plántula
- Diámetro del cuello
- Relación altura/diámetro
- Volumen radicular y aéreo
- Contenido de biomasa fresca y seca (Soza, 2023).

Estas características permiten valorar el equilibrio entre el sistema radicular y la parte aérea, lo cual incide en la resistencia al estrés hídrico, la firmeza del anclaje y la eficiencia en la absorción de nutrientes (Tittonell et al., 2003).

2.8 Propiedades fisiológicas o de desarrollo

Este grupo evalúa el comportamiento de la planta bajo condiciones específicas de prueba. Incluye parámetros como:

- Estado nutricional
- Disponibilidad de reservas internas
- Capacidad de regeneración radicular
- Tolerancia al frío o al déficit hídrico (Marquez-Romeu, 2016).

Estas variables ofrecen información sobre la capacidad de la plántula para adaptarse al entorno de plantación y superar las fases críticas del establecimiento (Fiasconaro et al., 2017). Una planta con características fisiológicas favorables suele mostrar una recuperación más rápida y un mayor índice de crecimiento en campo (Soza, 2023).

2.9 Especie forestal Pachaco (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake)

Pachaco pertenece a *Fabaceae* (subfam. *Caesalpinioideae*), género *Schizolobium*. En la región se lo conoce como pachaco, pashaco, serebó, tambor o guapuruvú, entre otros nombres vernáculos (Melo et al., 2018).

2.9.1 Distribución y hábitat

Es una especie tropical americana ampliamente distribuida desde México hasta Brasil y cultivada en diversos países por su rápido crecimiento (Williamson et al., 2012). En Ecuador se ha establecido principalmente en el trópico húmedo y suele considerarse introducida en varias zonas de la Costa; prospera en suelos profundos, ricos y bien drenados, con climas de 22–27 °C, 1 200–2 500 mm de precipitación anual y 150–1 500 m s. n. m.; evita tanto la sequía prolongada como el encharcamiento y es heliófita (no tolera sombra) (Da Silva et al., 2020)

2.9.2 Descripción botánica

Árbol caducifolio de crecimiento muy rápido, con alturas habituales de 20–30 m (y registros mayores) y fustes rectos; presenta hojas compuestas bipinnadas grandes y copa amplia (Da Silva et al., 2020). La floración es abundante y amarilla; los frutos son vainas aplanadas con varias semillas (Mattos et al., 2016).

2.9.3 Propiedades y usos de la madera

La madera es ligera y de baja durabilidad natural; se emplea en contrachapados (plywood), chapas, mobiliario interior y elementos de carpintería ligera, razón por la cual se ha difundido en programas de reforestación de rápido retorno (Mattos et al., 2016).

2.9.4 Vivero, germinación, riego y sensibilidad hídrica

Las semillas presentan dormancia física y responden bien a escarificación (mecánica o química), con germinaciones que pueden acelerarse a 5–15 días bajo un tratamiento adecuado (Latorraca et al., 2015).

En condiciones de riego automatizado y manejo por demanda, las plántulas mostraron un requerimiento hídrico acumulado cercano a 2,4 L por planta a los 80 días (fase de tubete) y de = 70 L por planta hasta 230 días (fase en maceta); además, los growth plant factors ($< 0,5$) evidencian baja sensibilidad relativa del crecimiento (altura y diámetro) ante déficits moderados cuando el riego se ajusta al consumo del sustrato (Da Silva et al., 2020).

En contraste, la especie es muy susceptible al anegamiento: bajo hipoxia/anoxia prolongada se han documentado daños de membrana y supervivencias inferiores a 8 días en plántulas inundadas, por lo que es crítico evitar encharcamientos (Nisgoski et al., 2012).

2.9.5 Silvicultura y crecimiento en campo

Schizolobium parahyba destaca por su alto ritmo de crecimiento y desempeño en plantaciones (Mattos et al., 2016). En la var. *amazonicum* (paricá), la densidad inicial de plantación modifica rasgos anatómicos (altura de radios, longitud y espesor de pared de fibras), mientras que la densidad básica de la madera puede no variar significativamente entre espaciamientos contrastantes; estos hallazgos ayudan a ajustar el espaciamiento según el objetivo industrial (Melo et al., 2018).

2.9.6 Sanidad forestal

En Ecuador se ha reportado la enfermedad de “muerte regresiva” o “muerte descendente” en plantaciones jóvenes de pachaco, con incidencias bajas, pero sintomatología característica (pérdida de turgencia, amarillamiento y necrosis en la parte superior del fuste) y aislamientos de hongos asociados como *Fusarium* spp. y *Botryodiplodia* sp.; el fenómeno se documenta desde fines de los años 1980–2000 y continúa bajo estudio (De Moura et al., 2018).

Figura 3. Cultivo y vivero de *Schizolobium parahyba*



Fuente: Tomado de De Moura et al., (2018).

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 Descripción del sistema

Tabla 5. *Desglose de costos de adquisición e instalación del sistema de riego del vivero*

Ítem	Concepto	Proveedor	Comprobante (fecha)	Valor (USD)
1	Manguera 1" súper reforzada (rollo 150 m)	Plásticos Vargas & Vargas	Factura 001-005-000000290 (23/10/2024)	127,50
2	Bomba de agua	Distribuidora Capelo	Factura (24/10/2024)	280,00
3	Manguera (10 m)	Proveedor local	Nota de venta (s/f)	10,00
4	Acoples, abrazaderas, uniones, teflón (varios)	Ferretería (Sheyla Software)	Factura (06/11/2024)	75,41
5	Abrazaderas, uniones, teflón (varios)	Ferretería López	Factura 002-010-000009626 (09/05/2025)	59,50
6	Manguera negra 3/4" (15 m)	Ferretería López	Factura (13/05/2025)	5,25
7	Amarra plástica + teflón	Ferretería (consumidor final)	Factura (18/05/2025)	6,50
8	Materiales de obra (arena, ripio, cemento)	Materiales Mayrita	Factura (s/f)	17,00
9	Aspersor plástico 3/4" (10 und × 3,50)	Ferretería López	Factura 002-010-000009626 (09/05/2025)	35,00
TOTAL				616,16

El costo total del sistema asciende a USD 616,16, concentrándose casi por completo en el componente hidráulico: la bomba representa 45,4 % del presupuesto y la conducción con accesorios (mangueras, acoples, uniones, abrazaderas y sellos) otro 46,1 %. Los emisores (10 aspersores) suman 5,7 %, mientras que las obras menores (arena, ripio y cemento) aportan 2,8 %. Dentro de los impulsores de gasto destacan la bomba y la manguera de 1" (150 m), que por sí sola equivale a 20,7 % del total.

Como referencias útiles, el costo unitario por aspersor es de USD 3,50 y el costo promedio de mangueras (mezcla de diámetros) es de = USD 0,82/m. En términos de gestión, el proyecto es intensivo en capital hidráulico; por ello, los márgenes de optimización pasan por ajustar la potencia de la bomba a la carga real, reducir uniones y optimizar el trazado para disminuir accesorios y pérdidas.

3.2 Diseño y selección de tecnologías a implementar

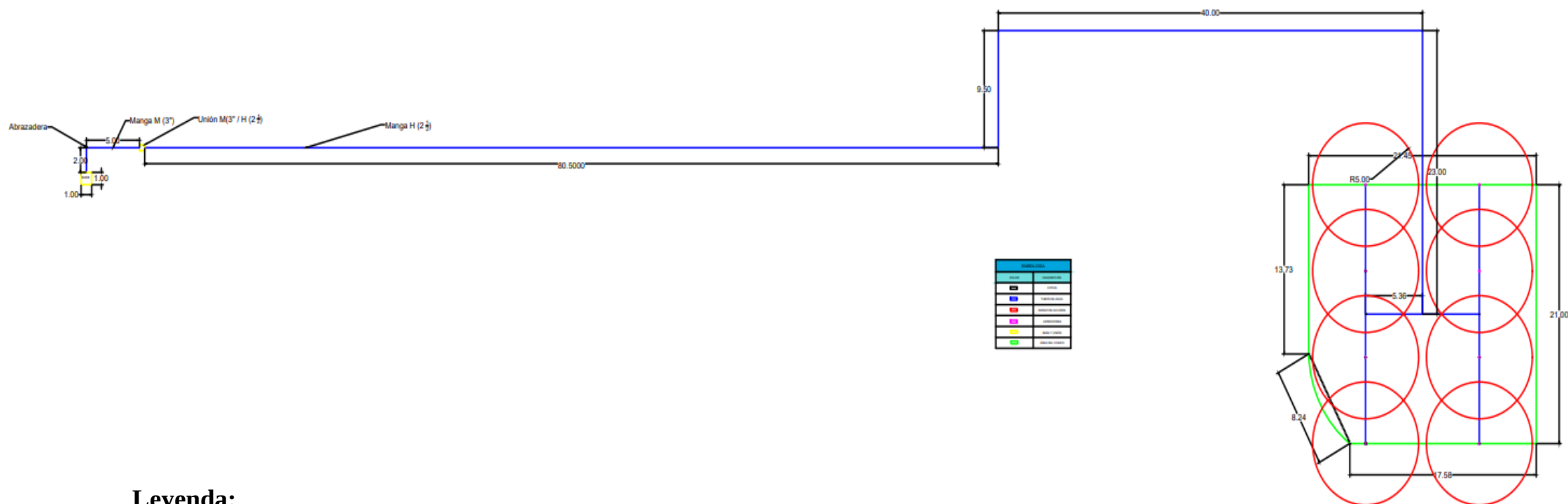
En la figura 4 se observa el croquis que representa el sistema de riego completo que integra captación en río, bombeo, conducción enterrada y distribución por aspersores dentro del vivero.

El objetivo consistió en aplicar una sola frecuencia de riego diaria con el fin de mantener uniformidad hídrica, reducir la variabilidad operativa y mejorar la calidad morfológica de las plantas. El trazado muestra la toma en la ribera, la bomba centrífuga superficial sobre base firme, la línea principal de manguera enterrada y un arreglo matricial de aspersores que cubre homogéneamente las mesas de cultivo.

En el extremo de captación se instaló una manguera de succión reforzada con válvula de pie y colador para impedir el ingreso de aire y sólidos, fijada con abrazaderas metálicas. La descarga de la bomba incorporó una válvula de retención para eliminar retornos y facilitar el cebado. Todas las uniones se sellaron con cinta de teflón y se conectaron mediante acoples rápidos para permitir desmontaje y mantenimiento sin afectar el resto del sistema (Figura 3).

La conducción principal hasta el vivero se resolvió con manguera de $\frac{3}{4}$ " enterrada a lo largo de 160 metros. El alineamiento recto, el número mínimo de uniones y una cama de arena en tramos críticos disminuyeron pérdidas por fricción y riesgos de daño mecánico o exposición solar. Antes del ingreso al vivero se colocó una válvula de corte para aislar la red durante maniobras de reparación o limpieza. Las abrazaderas y uniones metálicas garantizaron estanqueidad en todo el recorrido (Figura 4).

Figura 4. *Croquis del sistema de riego del vivero*



Leyenda:

1. Captación en río con manguera de succión reforzada y válvula de pie con colador
2. Bomba centrífuga superficial con válvula de retención
3. Conducción principal enterrada con uniones y abrazaderas
4. Válvula de corte antes de ingresar al vivero
5. Derivación en “L” dentro del vivero
6. Línea de distribución central
7. Matriz de aspersores 360° con solape de cobertura
8. Área de plantas en contenedores.

En el área de producción se ejecutó una derivación en “L” que alimenta una línea central y varias salidas con aspersores de 360°. El croquis muestra los círculos de cobertura con solape entre emisores, criterio que evita zonas secas y encharcamientos. Se seleccionó un único modelo de aspersor para mantener el mismo caudal y la misma presión de trabajo en todos los puntos. El patrón de mojado y las distancias entre aspersores se ajustaron hasta obtener uniformidad visual sobre las mesas (Figura 4).

3.3 Plan de implementación

La bomba se instaló en la ribera del río Suma y se conectó mediante una línea de succión de 2" equipada con válvula de pie y colador para evitar el ingreso de aire y sólidos. Desde la descarga de la bomba partió la conducción principal de ¾" enterrada hasta el vivero, con una longitud aproximada de 160 m, sellada con cinta de teflón y asegurada con abrazaderas y acoples para garantizar estanqueidad. En el área de producción se dispuso una derivación y una red de distribución con ocho aspersores de 360° ubicados de manera que sus círculos de mojado se solapen y aseguren cobertura uniforme sobre las mesas de plántulas del vivero forestal de pachacho.

El sistema operó con un caudal medido de 0,56 L/s ($2,0 \text{ m}^3/\text{h} = 33,3 \text{ L/min}$) y una altura manométrica total de 20 mca ($\approx 1,96 \text{ bar} = 28,9 \text{ psi}$), suficientes para abastecer simultáneamente los 8 aspersores ($\approx 120 \text{ L/h}$ por aspersor; demanda total $\approx 0,27 \text{ L/s}$) y mantener presión de servicio estable en los puntos de aplicación.

El riego se aplicó todos los días a las 08:00, con el tiempo por evento calibrado en función del caudal del emisor y de la capacidad de campo del sustrato, lo que evitó encharcamientos y garantizó humedecimiento homogéneo de la zona radicular.

El funcionamiento de los aspersores se basó en la distribución circular con solape entre patrones de mojado para eliminar zonas secas. Cada aspersor trabajó dentro del rango de presión recomendado por el fabricante ($= 1,8\text{--}2,0 \text{ bar}$ en servicio), lo que aseguró tamaño de gota adecuado para contenedores y redujo pérdidas por deriva. La uniformidad se verificó de manera visual y con recipientes testigo cuando fue necesario, ajustando la apertura de boquillas y la nivelación de los soportes hasta alcanzar una lámina pareja en toda el área.

La operación diaria incluyó una inspección previa de la succión, conexiones y posibles fugas; encendido seguro de la bomba; aplicación del riego en el horario establecido; y verificación final de humedad del sustrato en contenedores testigo. El mantenimiento contempló, de forma semanal, el reapriete de abrazaderas, la limpieza del colador o filtro y la corrección de microfugas, y, de forma mensual, la recalibración del tiempo de riego y la comprobación del patrón de aspersión.

Las medidas de seguridad operativa consideraron protección de conexiones eléctricas, señalización del trazado enterrado y orden en mangueras para prevenir tropiezos. Este plan aseguró el desempeño hidráulico del sistema y la trazabilidad del proceso desde la captación en río hasta la aplicación en vivero.

3.4 Descripción y pruebas de funcionamiento del equipo

Tabla 6. *Secuencia de instalación y prueba de funcionamiento del sistema de riego del vivero (plántulas de pachaco)*

Descripción	Funcionamiento	Imagen
Recepción e inventario de materiales	Se verificó la disponibilidad de la bomba, la manguera de succión corrugada (naranja), rollos de manguera negra para conducción, acoples, válvulas, abrazaderas y cinta de teflón. Se revisaron diámetros, roscas y estado de empaques para evitar incompatibilidades en campo.	
Preparación de uniones y sello	El equipo armó las conexiones principales aplicando cinta de teflón en las roscas y ajustando abrazaderas en los empalmes. Se ensambló la línea que alimenta la red interna del vivero, dejando cada unión firme y estanca.	

Conexión al punto de distribución del vivero	Se realizó el acoplamiento de la manguera a la válvula de paso instalada en el vivero, asegurando que el sentido de flujo y el cierre funcionaran correctamente para maniobras de prueba y mantenimiento.	
Coordinación operativa y verificación previa	El equipo revisó la ruta de la conducción, las distancias a cubrir y el orden de apertura de válvulas. Se repasaron medidas de seguridad eléctrica y de manejo de la bomba.	
Tendido y preparación de la red interna	Se desenrolló la manguera de 3/4" dentro del vivero, se definieron los ocho puntos de aspersión y se dejaron las derivaciones listas para montar los emisores. Se comprobó que el trazado no interfiera con tránsito ni labores de vivero.	
Excavación y anclajes ligeros	Se abrieron zanjás superficiales para proteger tramos expuestos y se colocaron estacas de guía. Esto redujo riesgos de daño mecánico y mantuvo el orden en la instalación.	
Conexión en la toma del río Suma	Se instaló la línea de succión de 2" con válvula de pie y colador, y se fijó de manera estable en la ribera para evitar ingreso de sólidos o aire. Se verificó la verticalidad de la succión y la correcta inmersión del colador.	

Prueba hidráulica y calibración	Se cebó la succión, se encendió la bomba y se abrió gradualmente la válvula de descarga. Se inspeccionaron todas las uniones para descartar fugas y se comprobó la cobertura de los 8 aspersores (solape de círculos de mojado). Se calibró el tiempo de riego por evento en función del caudal.	
---------------------------------	--	--

3.5 Resultados de la frecuencia de riego en plántulas de pachaco (*Schizolobium parahyba*)

3.5.1 Altura de plántula (cm)

A los 15 días, las plántulas con frecuencia de riego presentaron mayor altura que aquellas sin frecuencia de riego: 10,98 cm vs 7,79 cm. La diferencia de medias fue de 3,19 cm, lo que representa un incremento relativo 41 % a favor del riego. La prueba t de Student para muestras independientes indicó diferencia significativa ($p < 0,0001$) (Tabla 7).

Tabla 7. Altura de la planta (cm) a los 15 días (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	10,98	7,79
Varianza	0,75	0,45
Media (1)-Media (2)	3,19	
pHomVar	0,3373	
T	11,26	
p-valor	<0,0001	

Nota. Valores en centímetros (cm), Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

A los 30 días, las plántulas con frecuencia de riego alcanzaron una altura media de 17,64 cm, superior a la del tratamiento sin frecuencia (13,60 cm). La diferencia de medias fue de 4,04 cm. La homogeneidad de varianzas no mostró diferencias ($p = 0,605$), por lo que la t de Student con varianzas iguales es apropiada; el contraste resultó significativo ($p < 0,0001$). En términos relativos, el riego implicó 30 % más altura respecto al control (Tabla 8).

Tabla 8. *Altura de la planta (cm) a los 30 días (Schizolobium parahyba)*

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	17,64	13,6
Varianza	0,78	1,04
Media (1)-Media (2)	4,04	
pHomVar	0,6048	
T	11,61	
p-valor	<0,0001	

Nota. Valores en centímetros (cm), Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

Las plántulas con frecuencia de riego alcanzaron 32,93 cm, superiores al 27,66 cm del tratamiento sin frecuencia; la diferencia de medias fue de 5,27 cm. La prueba de homogeneidad no evidenció desigualdad de varianzas (pHomVar = 0,5481), por lo que se aplicó t de Student con varianzas iguales, obteniéndose un contraste altamente significativo ($p < 0,0001$). En términos prácticos, el riego implicó 19 % más altura que el control.

Tabla 9. *Altura de la planta (cm) a los 45 días (Schizolobium parahyba)*

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	32,93	27,66
Varianza	1,63	2,26
Media (1)-Media (2)	5,27	
pHomVar	0,5481	
T	10,34	
p-valor	<0,0001	

Nota. Valores en centímetros (cm), Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

La reducción del efecto relativo con el tiempo puede interpretarse como una respuesta de ajuste del tratamiento sin frecuencia (mayor exploración radicular, ajuste osmótico y ahorro hídrico a costa del crecimiento), fenómeno descrito para plántulas de *S. parahyba* sometidas a déficit hídrico: tras periodos de estrés, disminuyen altura, diámetro y número de hojas para priorizar mantenimiento y reducir transpiración, mostrando tolerancia parcial al déficit (De Moura et al., 2018).

Esto explica que el control “recupere” parte del rezago, sin eliminar la brecha absoluta generada por el riego regular (Bueno et al., 2020). Los resultados de este estudio diferencias significativas y sostenidas en altura a favor del riego son coherentes con ensayos de manejo automatizado donde *S. parahyba* mantiene tasas de crecimiento altas cuando el suministro

hídrico se ajusta a la demanda del contenedor; en ese contexto, los “growth plant factors” $< 0,5$ para altura y diámetro confirman baja sensibilidad relativa del crecimiento cuando el riego es oportuno, pero sí penalizaciones cuando hay déficit o exceso (Cahuano-Santamaria, 2021).

3.5.2 Diámetro del tallo (mm)

Se observó que las plántulas a los 30 días bajo frecuencia de riego presentaron un diámetro medio de 3,71 mm, mientras que las sin frecuencia alcanzaron 2,67 mm. La diferencia de medias fue de 1,05 mm. La prueba de homogeneidad indicó varianzas desiguales (pHomVar = 0,0101), por lo que se aplicó la t de Welch; el contraste fue significativo ($t = 5,43$; $p < 0,0001$), evidenciando un incremento aproximado del 39 % del grosor del cuello a favor del riego (Tabla 10).

Tabla 10. Diámetro del cuello del tallo (mm) a los 30 días (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	3,71	2,67
Varianza	0,45	0,11
Media (1)-Media (2)	1,05	
pHomVar	0,0101	
T	5,43	
p-valor	<0,0001	

Nota. Valores en milímetros (mm), Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

Se constató que las plántulas con frecuencia de riego presentaron un diámetro medio de 4,69 mm, frente a 3,60 mm en el tratamiento sin frecuencia; la diferencia de medias fue de 1,09 mm. La prueba de homogeneidad indicó varianzas desiguales (pHomVar = 0,026), por lo que se aplicó la t de Welch; el contraste resultó significativo ($t = 6,54$; $p < 0,0001$). En términos prácticos, la frecuencia de riego aumentó 30 % el grosor del cuello respecto al control (Tabla 11).

Tabla 11. Diámetro del cuello del tallo (mm) a los 45 días (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	4,69	3,6
Varianza	0,32	0,09
Media (1)-Media (2)	1,09	
pHomVar	0,026	
T	6,54	
p-valor	<0,0001	

Nota. Valores en milímetros (mm), Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

Varios estudios han documentado que un sombreado moderado puede favorecer el engrosamiento del cuello en vivero, aunque este efecto depende en gran medida del tipo de recipiente y del sustrato utilizados (Butzke et al., 2018). No obstante, en el presente trabajo, a los 45 días el mayor diámetro del cuello se registró en las plántulas expuestas a pleno sol (T1: 4,60 mm), lo cual coincide con los hallazgos de Cahuano-Santamaria (2021), quien observó que *Schizolobium parahyba* crecía más en diámetro y vigor en condiciones de luz máxima.

En un ensayo comparativo bajo 0, 30, 50 y 70 % de sombra, las plántulas sometidas a 50 % de sombreado alcanzaron un diámetro medio de 4,80 mm, superior al de 4,50 mm en pleno sol y a 4,00 mm con 70 % de sombra (Butzke et al., 2018).

3.5.3 Número de hojas

A los 15 días, las plántulas con frecuencia diaria de riego presentaron un promedio de 2,6 hojas frente a 2,27 hojas en el tratamiento sin frecuencia regular. La diferencia de medias de 0,33 hojas no resultó estadísticamente significativa ($t = 1,65$; $p = 0,1094$), lo que sugiere que en las primeras dos semanas el incremento en la emisión foliar no difiere entre ambos regímenes de riego.

Tabla 12. Número de hojas a los 15 días en pachaco (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	2,6	2,27
Varianza	0,4	0,21
Media (1)-Media (2)	0,33	
pHomVar	0,2386	
T	1,65	
p-valor	0,1094	

Nota. Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

Tras 30 días en vivero, las plántulas regadas diariamente alcanzaron un promedio de 7,8 hojas, mientras que las sometidas a riego esporádico mostraron 6,8 hojas. La diferencia de medias de 1,0 hoja fue significativa ($t = 3,03$; $p = 0,0052$), indicando que la frecuencia constante de riego favorece la emisión foliar en un 15 % en comparación con el control sin riego regular.

Tabla 13. Número de hojas a los 30 días en pachaco (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	7,8	6,8
Varianza	1,03	0,6
Media (1)-Media (2)	1	
pHomVar	0,3247	
T	3,03	
p-valor	0,0052	

Nota. Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

A los 45 días, las plántulas sometidas a riego diario mostraron un promedio de 17,21 hojas, frente a 13,93 hojas en el tratamiento sin frecuencia regular (Tabla 14). La diferencia de medias de 3,27 hojas fue estadísticamente significativa ($t = 4,73$; $p = 0,0001$), tras comprobarse la homogeneidad de varianzas ($p\text{HomVar} = 0,4917$). En términos relativos, el riego diario favoreció un aumento de aproximadamente 23 % en la emisión foliar con respecto al control.

Tabla 14. Número de hojas a los 45 días en pachaco (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	17,21	13,93
Varianza	4,25	2,92
Media (1) – Media (2)	3,27	
pHomVar	0,4917	
T	4,73	
p-valor	0,0001	

Nota. Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

La emisión foliar en las plántulas de *S. parahyba* respondió positivamente al riego diario, incrementándose en un 23 % tras 45 días (17,21 vs 13,93 hojas). Este aumento puede atribuirse al mantenimiento de un potencial hídrico óptimo que promueve la división celular en los meristemas apicales y retrasa la senescencia foliar (Martínez et al., 2017). Estudios en vivero indican que una provisión constante de agua mejora la turgencia y la expansión de las hojas, favoreciendo un mayor número de folíolos por planta (Lanuza-Lanuza et al., 2021)

Sin embargo, la rentabilidad del riego debe balancearse con riesgos de exceso de humedad en el sustrato, que puede predisponer a enfermedades radiculares (Colombo et al., 2007). En este sentido, el protocolo de frecuencia diaria implementado incluyó control de drenaje y calibración de volumen por evento, lo cual probablemente contribuyó a maximizar la emisión de hojas sin inducir hipoxia del sistema radical (García- Flores, 2022).

3.5.4 Porcentaje de supervivencia al trasplante

La supervivencia al trasplante de las plántulas de *S. parahyba* a los 45 días fue significativamente mayor en el grupo con riego diario (88,46 %) frente al testigo sin riego (76,27 %), con una diferencia de medias de 12,19 % ($p < 0,0001$). La prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) indicó heterogeneidad ($p_{\text{HomVar}} = 0,009$), por lo que se empleó el contraste de Welch, confirmando la significancia estadística. En términos relativos, la frecuencia de riego potenció la supervivencia en aproximadamente un 16 % (Tabla 15).

Estos resultados subrayan el papel crítico de mantener un suministro hídrico constante en vivero para maximizar la viabilidad de las plántulas al ser trasladadas a campo, coincidiendo con estudios que relacionan un manejo hídrico adecuado con mejoras en la aceptabilidad y establecimiento pos-trasplante de especies de rápido crecimiento (Cahuano, 2021; Lanuza-Lanuza et al., 2021).

Tabla 15. Número de hojas a los 45 días en pachaco (*Schizolobium parahyba*)

	Frecuencia de Riego	Sin Frecuencia de Riego
Media	88,46	76,27
Varianza	1,93	8,5
Media (1)-Media (2)	12,19	
pHomVar	0,009	
T	14,62	
p-valor	<0,0001	

Nota. Δ = diferencia de media, pHomVar: prueba de homogeneidad de varianzas (Levene).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se concluye que el uso de frecuencia de riego mejora de forma significativa el desempeño de plántulas de *Schizolobium parahybum* en vivero, al incrementar tanto el vigor morfológico como la supervivencia tras trasplante, frente al tratamiento sin frecuencia de riego.
- El riego incrementa significativamente la altura de las plántulas en comparación con el tratamiento sin frecuencia de riego, a 15 días en un 41 % (10,98 cm vs 7,79 cm), a 30 días en un 30 % (17,64 cm vs 13,60 cm) y a 45 días en un 19 % (32,93 cm vs 27,66 cm) además, aumenta el diámetro del cuello en 30 % (4,69 mm vs 3,60 mm) y el número de hojas a 30 días en 15 % (7,8 vs 6,8 hojas).
- La frecuencia de riego eleva la supervivencia postrasplante en 12,2 puntos porcentuales (88,5 % vs 76,3 %), lo cual sugiere una mejor adaptación y vigor de las plántulas en el campo.

RECOMENDACIONES

- Implementar riego diario programado en vivero para *S. parahyba*, ya que maximiza la altura, el diámetro del cuello y el número de hojas durante las primeras seis semanas de cultivo.
- Calibrar el volumen por evento en función de la capacidad de campo del sustrato y el caudal del emisor, garantizando humedad óptima sin encharcamientos.
- Asegurar el drenaje eficiente mediante sustratos bien estructurados y lechos filtrantes, para evitar hipoxia radicular y mantener la alta tasa de supervivencia (88 %).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N., Günter, S., & Stimm, B. (2008). Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador. *Revista Científica Universitaria*, 8(1), 57-66.
- Alomía-Lucero, J. M., Baltazar-Ruiz, M. A., Estrada-Carhuallanqui, H. N., DaciaCañari-Contreras, M., & Castro-Garay, A. (2022). Composición y comportamiento inicial de malezas precoces en sustrato con plantas de *Solanum lycopersicum* L. en Satipo. *Revista Investigación Agraria*, 4(3), 33-44.
- Aquino, B. A. M., Mora, Y. D. P., & Alcivar, G. T. P. (2015). Sistema de riego automatizado para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la ESPAM MFL - Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 28(2), Article 2. <https://rte.espol.edu.ec>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Fideas G.
- Ávila-Flores, I. J., Prieto-Ruíz, J. A., Hernández-Díaz, J. C., Whehenkel, C. A., & Corral-Rivas, J. J. (2014). Preacondicionamiento de *Pinus engelmannii* Carr. Mediante déficit de riego en vivero. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(3), 237-245.
- Barbaro¹, L. A., Karlanian, M. A., Morisigue, D. E., Rizzo, P. F., Riera, N. I., Della Torre, V., & Crespo, D. E. (2011). Compost de ave de corral como componente de sustratos. *Ciencia del suelo*, 29(1), 83-90.
- Basave-Villalobos, E., Rosales Mata, S., Sigala Rodríguez, J. Á., Calixto Valencia, C. G., & Sarmiento López, H. (2017). Cambios morfo-fisiológicos de plántulas de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) MC Johnst. Ante diferentes ambientes de luz en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(44), 112-131.
- Benítez, G., Equihua, M., & Salas, M. P. (2002). Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 8(1), 5-12.
- Brucker-Kelling, M., Machado Araujo, M., Benítez León, E., Carpenedo Aimi, S., & Turchetto, F. (2017). Regímenes de riego y dosis de polímero hidrorretenedor sobre características morfológicas y fisiológicas de plantas de *Cordia trichotoma*. *Bosque (Valdivia)*, 38(1), 123-131.
- Bueno, M. M., dos Santos Leles, P. S., Goncalves Abreu, J. F., Dos Santos, J. J. S., & de Carvalho, D. F. (2020). Water requirement and growth indicators of forest tree species seedlings produced with automated irrigation management. *Plos One*, 15(11),

- Butzke, A., De Miranda, E., Andrade Neto, R. de C., Bianchini, F., Fiuza, S. da S., Butzke, A. G., ELIAS MELO DE MIRANDA, C., ROMEU DE CARVALHO ANDRADE NETO, C., da Silva Fiuza, S., & de Jaboticabal, U.-F. C. (2018). Produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes tipos de substratos, recipientes e níveis de sombreamento em Rio Branco, Acre. *Alianza de Servicios de Información Agropecuaria*, 1(2), 24-19.
- Cahuano, G. M. (2021). *Desarrollo de plantas de Schizolobium parahybum (Vell.) S.F.Blake (pachaco) aplicando diferentes tratamientos de fertilización a nivel de vivero en la parroquia La Unión, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas*. [Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6311>
- Cartes-Rodríguez, E., Acevedo Tapia, M., González Ortega, M., Álvarez, C., García Rivas, E., & Mena Marín, P. P. (2019). *Manual de manejo de riego y fertilización en viveros de plantas a raíz cubierta*. INFOR. <https://doi.org/10.52904/20.500.12220/29152>
- Casanova, J. (2015). *Producción y comercialización de viveros y su incidencia en el ingreso familiar del sector primero de mayo, cantón Quevedo, período 2007 – 2013* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/78ba6f99-4a0c-48d2-a080-43b6f1112c5d/content>
- Casanova-Muñoz, W. J. (2020). *Variaciones morfológicas de Tectona Grandis Lnn. F. (teca), Ochroma Pyramidale Cav. Ex Lam. (Balsa) y Gmelina Arborea Roxb (melina) por efecto de PH del suelo en etapa de vivero* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6408>
- Colombo, R., Marín, O., Irazábal, S., & Tezara, W. (2007). Relaciones hídricas, fotosíntesis, y anatomía foliar de dos especies del género Calotropis. *Interciencia*, 32(11), 791-796.
- Costa, J. M., Ortuño, M. F., & Chaves, M. M. (2007). Deficit Irrigation as a Strategy to Save Water: Physiology and Potential Application to Horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1421-1434. <https://doi.org/10.1111/j.1672-9072.2007.00556.x>
- da Silva, C. B. R., dos Santos Junior, J. A., Araújo, A. J. C., Sales, A., Siviero, M. A., Andrade, F. W. C., Castro, J. P., de Figueiredo Latorraca, J. V., & de Lima Melo, L. E. (2020). Properties of juvenile wood of *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (paricá) under different cropping systems. *Agroforestry Systems*, 94(2), 583-595.
- De Grazia, J., Tittonell, P. A., & Chiesa, Á. (2007). Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimienta

- (*Capsicum annuum*). *Ciencia e investigación Agraria*, 34(3), 195-204.
- De Moura, P. M., Coneglian, A., da Silva, M. F., de Moraes, M. D. A., & Junior, C. R. S. (2018). Characterization of *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake and *Eucalyptus urophylla* ST Blake juvenile wood in Brazilian Savanna soil. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(2), 539-547.
- Fiasconaro, M. L., Lovato, M. E., Gervasio, S. G., Antolin, M. C., & Martin, C. A. (2017). *Efecto de residuos compostados de industria láctea utilizados como sustrato en plántulas de pimiento*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/63447>
- García- Flores, V. (2022). *Efecto del riego y la fertilización en la prevención y ataque de Fusarium en vivero*. [Tesis de Maestría, Golegio de Posgrado]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/5005>
- Gareca, E., Martínez, Y., & Aguirre, L. (2018). Efectos de los árboles exóticos y del ambiente materno sobre la producción de semillas, la germinación y el crecimiento inicial de *Polylepis subtusalbida* (Rosaceae) en el Parque Nacional Tunari, Bolivia. *Ecología austral*, 28(1), 1-19.
- Google Maps. (2025). 0°15'35.0"N 79°25'35.0"W. https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDS-oASAFQAw%3D%3D
- Guerrero, F. J. (2023). *Evaluación de tres fuentes de fertilización en la producción de plantones de Eucalyptus saligna Smith, en la etapa de vivero, Jaén – Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/517>
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Recuperado el Noviembre de*, 20(1).
- Hurtado-Santana, G. V. (2023). *Propagación de Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC. (Guayacán rosado) a nivel de vivero empleando abono orgánico*. Quevedo [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/8119>
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Lanuza-Lanuza, O. R., Peguero, G., Vilchez-Mendoza, S., & Casanoves, F. (2021). Efecto del riego y la fertilización sobre la calidad de plántulas forestales con potencial uso para

- restauración del bosque tropical seco. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(43), 18-28.
- Latorraca, J. V. de F., Souza, M. T. de, Silva, L. D. S. A. B. da, & Ramos, L. M. A. (2015). Dendrocronologia de árvores de *Schizolobium parahyba* (Vell.) SF Blake de ocorrência na ReBio de Tinguá-RJ. *Revista Árvore*, 39(2), 385-394.
- Macías, J. W. (2013). *Comportamiento agronómico de plántulas de cacao (theobroma cacao L.), en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. Quevedo* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/536>
- Maldonado-Benitez, K. R., Aldrete, A., López-Upton, J., Vaquera-Huerta, H., & Cetina-Alcalá, V. M. (2011). Producción de *Pinus greggii* Engelm. En mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. *Agrociencia*, 45(3), 389-398.
- Marquez-Romeu, E. (2016). *Utilización de diferentes sustratos y tiempos de inmersión en el incremento de la germinación de semillas de frijol (phaseolus vulgaris l.)* [Thesis, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez]. <http://dspace.uniss.edu.cu:8080/handle/123456789/956>
- Martínez, D. B., Barroetaveña, C., & Rajchenberg, M. (2007). Influencia del régimen de fertilización y del momento de inoculación en la micorrización de *Pinus ponderosa* en la etapa de vivero. *Bosque (Valdivia)*, 28(3), 226-233.
- Martínez, L. (2014). *Sistemas de riego para la producción de planta de Prosopis laevigata (Humb & Bonpl. Ex. Wild), MC Johnst. En vivero forestal* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica Estatal De Quevedo.
- Mattos, B. D., Lourençon, T. V., Gatto, D. A., Serrano, L., & Labidi, J. (2016). Chemical characterization of wood and extractives of fast-growing *Schizolobium parahyba* and *Pinus taeda*. *Wood Material Science & Engineering*, 11(4), 209-216.
- McCreary, D. D., & Duryea, M. L. (1987). Predicting field performance of Douglas-fir seedlings: Comparison of root growth potential, vigor and plant moisture stress. *New Forests*, 1, 153-169.
- Melo, L. E. de L., Silva, C. de J., Protásio, T. de P., Mota, G. da S., Santos, I. S., Urbinati, C. V., Trugilho, P. F., & Mori, F. A. (2018). Planting density effect on some properties of *Schizolobium parahyba* wood. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 20(3), 381-394.
- Melo-Hernández, Y. P. (2011). *Respuesta de la inoculación de micorrizas en plántulas de aguacate Persea americana Mill variedad Hass en diferentes sustratos* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7311>

- Mesén, F. (1996). *Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada* (Número 20). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Moreira-Bravo, J. A. (2021). *Estudio del comportamiento de las especies *Ochroma pyramidale* y *Cordia alliodora* en vivero utilizando riego micropulverizado* [Tesis de Grado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2989>
- Nisgoski, S., Muñiz, G. de, Trianoski, R., Matos, J. de, & Venson, I. (2012). Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. *Scientia Forestalis*, 40(94), 203-211.
- Noboa, M. E. (2010). *Comparación del efecto de riego con aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación de Santa Elena, sobre 4 especies forestales (*Loxopterygium huasango*, *Tabebuia* sp, *Pseudosamanea guachapele*, *Caesalpinia glabrata*) en etapa de vivero* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19300>
- Orozco, G., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Sígala Rodríguez, J. Á., Prieto Ruiz, J. Á., & García Magaña, J. J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros de Colima. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(2), 135-146.
- Prieto-Ruiz, J. Á., Domínguez-Calleros, P. A., Comejo-Oviedo, E. H., & Návar-Cháidez, J. de J. (2007). [Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-04712007000100079&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-04712007000100079&lng=es&nrm=iso&tlng=es). *Madera y bosques*, 13(1), 79-97. <https://doi.org/10.21829/myb.2007.1311237>
- Rey, M. L. (2020). *Informe de práctica laboral: Vivero viento sur, especializado en el cultivo de plantas suculentas en Bariloche* [Universidad Nacional de Río negro]. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8001>
- Romero, G., Baraibar Lucas, A., & Crosara, A. (2008). *Trichoderma harzianum*, un biocontrol y biopromotor en vivero de especies forestales.
- Rueda-Sánchez, A., Benavides Solorio, J. de D., Prieto-Ruiz, J. Á., Sáenz Reyez, J., Orozco-Gutiérrez, G., & Molina Castañeda, A. (2012a). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 69-82.
- Rueda-Sánchez, A., Benavides Solorio, J. de D., Prieto-Ruiz, J. Á., Sáenz Reyez, J., Orozco-Gutiérrez, G., & Molina Castañeda, A. (2012b). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 69-82.
- Sánchez-González, L. A. (2022). *Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex. Lam.) Urb. (Balsa) a nivel de vivero*

- empleando diferentes tipos de sustratos* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6626>
- Soza, Á. (2023). *Efecto de combinaciones de sustratos en la producción de pepino (Cucumis sativus L.) bajo condiciones de invernadero* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Del Estado De Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/4156/SOAELR02.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Téllez-Pérez, V., López-Olguín, J. F., Aragón, A., & Zayas-Pérez, M. T. (2018). Lodos residuales de nejayote como sustratos para la germinación de semillas de maíz azul criollo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34(3), 395-404.
- Teófilo, T. M. S., Freitas, F. C. L., Medeiros, J. F., Fernandes, D., Grangeiro, L. C., Tomaz, H. V. Q., & Rodrigues, A. P. M. S. (2012). Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. *Planta Daninha*, 30, 547-556. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000300010>
- Tittonell, P., De Grazia, J., & Chiesa, A. (2003). Emergencia y tasa de crecimiento inicial en plantines de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados en sustratos adicionados con polímeros superabsorbentes. *Revista Ceres*, 50(291), 659-668.
- Verdezoto, R. P. C., Morán, J. J. M., Velasco, M. L. Z., Macías, B. A. C., & Catagua-Durán, C. L. (2023). Efectos de cinco sustratos en la producción de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. Cantón Paján, provincia de Manabí. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(6), 184-198.
- Williamson, G. B., Wiemann, M. C., & Geaghan, J. P. (2012). Radial wood allocation in *Schizolobium parahyba*. *American Journal of Botany*, 99(6), 1010-1019.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de altura de plántulas en vivero forestal



Anexo 2. Registro del diámetro de plantas en vivero forestal



Anexo 3. Registro del número de hojas de plantas en vivero forestal



Anexo 4. Acta de entrega y recepción de equipo de riego



ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN

En la ciudad de El Carmen, provincia de Manabí, a los veintiocho (8) días del mes de agosto del año dos mil veinticinco (2025), en las instalaciones de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, se deja constancia que:

Chica Cedeño Miguel Angel
C.I. 1317380986

Domínguez Guaña Mavelyn Lisseth
C.I. 2350815524

Holguín Cornejo Jesús Anthony
C.I. 2300342678

Moreira Macay Mónica Cecibel
C.I. 2300143852

Vera Domínguez Helen Valentina
C.I. 1351380652

Zambrano Bazurto Inés Raquel
C.I. 1313641373

Realizan la donación de sistema de riego para la producción de plantas en viveros el cual está instalado en la Granja Experimental Rio Suma misma que cuenta con una bomba de agua marca Ducati de 3HP, un sistema de mangueras negras de ¾ de pulgada el cual alimenta los sistemas de aspersión mismo estarán instalados en el vivero junto al área de producción de especies menores, como contribución voluntaria a la Universidad, en el marco de su proceso de titulación, destinada al fortalecimiento institucional de la Extensión El Carmen.

Para constancia de lo actuado, firman en dos ejemplares de igual tenor y valor, los estudiantes y el señor Decano de la Extensión **Dr. Temístocles Bravo Tuárez, Mg.**



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Atentamente

Chica Cedeño Miguel Angel
C.I. 1317380986

Domínguez Guaña Mavelyn Lisseth
C.I. 2350815524

Holguín Cornejo Jesús Anthony
C.I. 2300342678

Moreira Macay Mónica Cecibel
C.I. 2300143852

Vera Domínguez Helen Valentina
C.I. 1351380652

Zambrano Bazurto Inés Raquel
C.I. 1313641373

RECEPCIÓN:

Dr. Temístocles Bravo Tuárez, Mg.
Decano – Extensión El Carmer

Se adjuntan facturas de compra

Anexo 5. Copilatio



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Final- Monica Moreira R2

0%
Textos sospechosos

16% Similitudes (Ignorado)
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Final- Monica Moreira R2.pdf
ID del documento: 3c75ae10740c23df366a95e0462eb4d8b1c2502b
Tamaño del documento original: 477,26 kB

Depositante: FRANCEL LOPEZ MEJIA
Fecha de depósito: 7/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 7/8/2025

Número de palabras: 9335
Número de caracteres: 61.989

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuente considerada como idéntica

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Final- Monica Moreira2.pdf Final- Monica Moreira2 #10a0b7 Viene de de mi biblioteca	95%		Palabras idénticas: 95% (3914 palabras)

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Final- Monica Moreira.pdf Final- Monica Moreira #4da268 Viene de de mi biblioteca 6 fuentes similares	85%		Palabras idénticas: 85% (3018 palabras)

