

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

CARRERA INGENIERIA AGROFORESTAL



**EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DEL ASAI (*Euterpe precatoria*) CON ABONO
BIOL EN LA ETAPA DE VIVERO EN EL BARRIO LA AMISTAD DE LA CIUDAD
DE COBIJA DEL DEPARTAMENTO PANDO.**

Tesis de grado para optar el grado Académico de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Unv. Kevin Miranda Flores

Asesor: Ing.: Pedro Gomez Montero

COBIJA – PANDO -BOLIVIA

2026

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Ing. Marcos Vichenzo Abasto Antezana	
Tribunal 1	Ing. Richard Andres Benitez Romero	
Tribunal 2	Ing. Elizabeth Aguada Taborga	
Tribunal 3	Ing. Carlos Hugo Rojas	
Asesor	Ing. Pedro Gomez Montero	

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su amor incondicional, por sus sacrificios, por cada consejo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque con su esfuerzo y apoyo constante me han permitido llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su apoyo incondicional, su paciencia y por creer en mi capacidad para culminar este proceso de formación académica y profesional.

A mi asesor de tesis, por su guía experta, dedicación y por los valiosos conocimientos compartidos durante el desarrollo de esta investigación sobre el Asaí (*Euterpe precatoria*). Su compromiso ha sido clave para elevar el rigor científico de este trabajo.

A mis docentes de la Universidad Amazónica de Pando (UAP), por la formación recibida en sus aulas, por fomentar en mí el espíritu investigativo y por brindarme las herramientas necesarias para contribuir al desarrollo productivo de nuestra región amazónica.

A los miembros del tribunal examinador, por su tiempo, objetividad y por las valiosas observaciones realizadas a este trabajo. Sus aportes y sugerencias han sido fundamentales para enriquecer la calidad de esta investigación y para mi crecimiento como profesional.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características morfológicas del Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) mediante la aplicación de diferentes dosis de biol en etapa de vivero, en el Barrio La Amistad de la ciudad de Cobija, departamento de Pando. El estudio respondió a la necesidad de promover alternativas sostenibles para el manejo nutricional de especies amazónicas de importancia económica y ecológica.

La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y diseño experimental completamente al azar. Se evaluaron variables morfológicas como altura de planta, diámetro del tallo, ancho de hoja y largo de hoja. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANVA) y prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los resultados mostraron que las diferentes dosis de biol no produjeron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en las variables evaluadas durante los 110 días de estudio. Sin embargo, algunos tratamientos presentaron valores numéricamente superiores respecto al tratamiento testigo, aunque dichas diferencias no fueron suficientes para demostrar un efecto significativo del biofertilizante.

La ausencia de diferencias significativas podría estar relacionada con el crecimiento lento característico de *Euterpe precatoria* durante sus primeras etapas de desarrollo, además del tiempo de evaluación y el número reducido de unidades experimentales. Se concluye que las dosis de biol aplicadas no generaron efectos estadísticamente significativos sobre las características morfológicas evaluadas, aceptándose la hipótesis nula (H_0). No obstante, la

investigación aporta información relevante para futuras investigaciones sobre el uso de biofertilizantes en especies amazónicas.

Palabras clave: Asaí, *Euterpe precatoria*, biol, biofertilizante, vivero, características morfológicas.

SUMMARY

The present research aimed to evaluate the morphological characteristics of Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) through the application of different doses of biol during the nursery stage in Barrio La Amistad, located in the city of Cobija, department of Pando. The study responded to the need to promote sustainable alternatives for the nutritional management of Amazonian species of economic and ecological importance.

The research was applied in nature, with a quantitative approach and a completely randomized experimental design. Morphological variables such as plant height, stem diameter, leaf width, and leaf length were evaluated. The collected data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at a 5% probability level.

The results showed that the different doses of biol did not produce statistically significant differences ($p > 0.05$) in the evaluated variables during the 110-day study period. However, some treatments presented numerically higher values compared to the control treatment, although these differences were not sufficient to demonstrate a significant effect of the biofertilizer.

The absence of significant differences could be related to the slow growth characteristic of *Euterpe precatoria* during its early developmental stages, in addition to the evaluation period and the reduced number of experimental units. It is concluded that the applied doses of biol did not generate statistically significant effects on the evaluated morphological characteristics, leading to the acceptance of the null hypothesis (H_0). Nevertheless, this research provides relevant information for future studies on the use of biofertilizers in Amazonian species.

Keywords: Asaí, *Euterpe precatoria*, biol, biofertilizer, nursery, morphological characteristics.

INDICE

HOJA DE APROBACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
SUMMARY	vi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
II. Planteamiento del problema.....	2
III. Justificación	3
IV. Objetivos	5
Objetivo general.....	5
Objetivo específico	5
V. Hipótesis.	6
VI. Revisión Bibliográfica.....	6
6.1. Distribución geográfica del asai (<i>Euterpe precatoria</i>)	6
6.3. Origen	8

6.4. Morfología y taxonomía	8
6.5. Crecimiento inicial de <i>Euterpe precatoria</i>	9
1. Fase de Germinación (0 a 150 días)	10
2. Etapa de Vivero / Plántula (4 a 6 meses)	10
3. Fase de Crecimiento Vegetativo y Juvenil.....	10
4. Desarrollo del Fruto (11 a 13 meses)	11
6.6. Condiciones edafoclimaticos del cultivo	11
6.6.1. Precipitación.....	11
6.6.2. Temperatura	12
6.6.3. Requerimiento de suelo del cultivo.....	12
6.6.4. Materia orgánica.....	12
6.7. Vivero	13
6.7.1. Ventajas del vivero de Asaí (<i>Euterpe precatoria</i>).....	13
6.7.2. Establecimiento y manejo del vivero	15
6.7.3. Siembra y Siembra directa a bolsa	20
6.8. Biofertilizantes líquidos	20
6.8.1. Biol.....	20
6.8.2. El biol en la agricultura.....	21

6.8.3. Ventajas del biol	21
6.8.4. Desventajas del biol	22
6.8.5. Ventajas de la aplicación de biofertilizantes en los cultivos	22
6.8.6. Efectos de la aplicación de los biofertilizantes en el suelo.....	23
6.8.7. Tipos de biol	24
6.8.8. Formas de preparación	24
6.8.9. Dosis de biol recomendada	25
VII. Materiales y Metodos.....	26
1. Ubicación	26
2. Materiales.....	26
3. Procedimiento experimental	27
3.1. Construcción de vivero semi sombra	27
3.2. Preparación de almaciguera	28
3.4. Siembra	28
3.5. Preparación de sustratos para el llenado de bolsas.....	29
3.6. Llenado de bolsita	29
3.7. Repique	29
3.8. Control fitosanitario	29

3.9. Control de malezas	30
3.10. Riego	30
3.11. Preparación de abono biol	30
3. TOMA DE DATOS	31
5. DISEÑO EXPERIMENTAL	32
VIII. RESULTADOS	35
8.1. Días a la siembra.....	35
8.2. Características morfológicas	36
Altura de planta	36
Diámetro del tallo	38
Ancho de hojas.....	40
Largo de hoja	42
IX. DISCUSIÓN.....	45
X. CONCLUSIONES.....	52
XI. RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales y herramientas que se utilizaran en la ejecución de la presente investigación	26
Tabla 2 Composición del Biol en la Evaluacion Morfologica del Asai (Euterpre precatória)31	
Tabla 3 Días de siembra y toma de datos.....	35
Tabla 4 Altura media de planta (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento.	36
Tabla 5 Analisis de Varianza Altura	36
Tabla 6 Prueba de Tukey Altura	37
Tabla 7 Diámetro del tallo (mm) de las tres dosis del Abono Biol aplicados durante el experimento.....	38
Tabla 8 Análisis de varianza Diámetro de Tallo	39
Tabla 9 Prueba de Tukey Diámetro de Tallo	39
Tabla 10 Ancho de hoja (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento	40
Tabla 11 Análisis de Varianza Ancho de hoja	41
Tabla 12 Prueba de Tukey Ancho de Hoja	42

Tabla 13 Largo de hoja (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento	42
Tabla 14 Prueba de Tukey Largo de Hoja.....	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Localización y Delimitación Geográfica del Área de Estudio.....	60
Anexo 2 Construcción de vivero semi sombra.....	61
Anexo 3 Preparación de almaciguera.....	63
Anexo 4 Siembra.....	63
Anexo 5 Preparación de abono biol.....	65
Anexo 6 Croquis del campo.....	67
Anexo 7 Diseño Unidad Experimental.....	67
Anexo 8 Toma de Datos.....	68

INTRODUCCIÓN

Considerando la creciente preocupación por la degradación ambiental y la pérdida de la capacidad productiva de los suelos agrícolas a nivel global (Rodríguez, 2013), la búsqueda de alternativas sostenibles en la agricultura se vuelve cada vez más apremiante. En este contexto, el Asaí (*Euterpe precatoria*), una palmera amazónica de alto valor por sus frutos ricos en antioxidantes y beneficios para la salud, emerge como un cultivo con potencial para contribuir al desarrollo económico local, particularmente en regiones como Pando, Bolivia.

Técnicamente, el Asaí presenta características que facilitan su manejo, y su creciente demanda en el mercado de productos naturales y sostenibles genera expectativas en las comunidades locales para establecer viveros y plantaciones que puedan fortalecer su economía. Al igual que en otros cultivos como el cacao (Sanchez, 2018), la promoción de sistemas agroforestales con Asaí se presenta como una vía para diversificar la producción agropecuaria de manera sostenible.

En la actualidad, la agricultura se inclina hacia prácticas orgánicas, donde el uso de biofertilizantes como el biol ha demostrado su efectividad para mejorar la nutrición de las plantas y actuar como biocontrolador en diversos cultivos. El biol, un producto natural de fácil elaboración a partir de residuos orgánicos (INIA, 2008), ha mostrado potencial en otros cultivos, pero pocos estudios se han enfocado en su efecto sobre las plántulas de Asaí en vivero.

El sustento teórico se apoya en investigaciones sobre nutrición vegetal, biofertilizantes y sistemas agroforestales. Los antecedentes evidencian que, aunque se han explorado

biofertilizantes en otros cultivos, no se ha analizado a profundidad su impacto en las características morfológicas del Asaí. Por ello, la pregunta científica central de esta investigación es: ¿Cuál es el efecto de diferentes dosis de biol como fertilizante foliar en las características morfológicas del Asaí en etapa de vivero?

Esta es una investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, de tipo experimental y descriptivo. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, con diferentes dosis de biol, permitiendo la observación objetiva de variables como altura, diámetro del tallo y ancho de hoja. Los métodos incluyeron mediciones periódicas, análisis estadístico mediante ANOVA y la comparación de medias. De esta forma, la novedad científica radica en ser uno de los primeros estudios sistemáticos que evalúan el biol en Asaí en vivero, ofreciendo un modelo práctico para optimizar su crecimiento y contribuir al desarrollo sostenible de este cultivo en la región de Pando."

II. Planteamiento del problema.

El Asai (*Euterpe precatoria*), una palmera nativa de la Amazonía, es altamente valorada por sus frutos ricos en antioxidantes y su potencial económico. El establecimiento exitoso de plántulas en vivero es una etapa crucial para asegurar la productividad futura de las plantaciones de Asai. En este sentido, la nutrición juega un papel fundamental en el desarrollo morfológico de las plántulas, influyendo directamente en su vigor y capacidad de adaptación al campo.

Tradicionalmente, se han utilizado fertilizantes químicos en la producción de plántulas; sin embargo, existe un creciente interés en alternativas sostenibles y amigables con el medio

ambiente, como el abono biol. El abono biol, un fertilizante orgánico líquido obtenido a través de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos, se presenta como una opción prometedora para mejorar la nutrición de las plantas, aportando nutrientes esenciales y microorganismos beneficiosos.

A pesar del potencial del abono biol, se requiere investigación específica sobre su efecto en el desarrollo morfológico del Asai en la etapa de vivero. Actualmente, se desconoce la dosis óptima de biol como fertilizante foliar para esta especie y su impacto en variables morfológicas clave como la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y el desarrollo del sistema radicular. Además, es importante identificar las posibles plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo de Asai durante esta etapa de vivero, ya que estas pueden interactuar con la aplicación del abono y el desarrollo general de las plántulas.

Por lo tanto, surge la siguiente interrogante principal:

¿Cuál es el efecto de diferentes dosis de abono biol como fertilizante foliar en las características morfológicas del Asai (*Euterpe precatoria*) en la etapa de vivero?

III. Justificación

La creciente demanda de productos naturales y sostenibles ha revalorizado el Asaí (*Euterpe precatoria*), una palmera amazónica cuyos frutos son apreciados por su alto contenido de antioxidantes y sus múltiples beneficios para la salud. El establecimiento exitoso de viveros de Asaí es fundamental para satisfacer esta demanda y promover el desarrollo económico de las

comunidades locales. En este contexto, la búsqueda de prácticas de manejo eficientes y ecológicamente responsables se vuelve crucial.

El uso de fertilizantes químicos en la producción de plántulas, si bien puede ofrecer resultados rápidos, conlleva impactos ambientales negativos y puede afectar la calidad del suelo a largo plazo. Por ello, la exploración de alternativas orgánicas como el abono biol se presenta como una estrategia prometedora para una nutrición vegetal más sostenible. El abono biol, al ser elaborado a partir de la fermentación de residuos orgánicos, no solo aporta nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sino que también enriquece el suelo con microorganismos beneficiosos, mejorando su estructura y fertilidad.

La presente investigación se justifica por la necesidad de generar conocimiento científico específico sobre la aplicación del abono biol en el cultivo de Asai durante su etapa de vivero. A pesar del creciente interés en este biofertilizante, existe una carencia de estudios detallados que evalúen su efecto en las características morfológicas de esta importante especie amazónica. Comprender cómo diferentes dosis de biol influyen en el crecimiento en altura, el desarrollo del tallo, la producción de hojas y el sistema radicular es esencial para optimizar las prácticas de vivero y asegurar la producción de plántulas vigorosas y saludables.

Además, la identificación de las principales plagas y enfermedades que afectan al Asai en la etapa de vivero es crucial para desarrollar estrategias de manejo integrado que minimicen las pérdidas y aseguren el éxito del cultivo. La interacción entre la nutrición proporcionada por el biol y la susceptibilidad a plagas y enfermedades es un aspecto que merece ser explorado.

Los resultados de esta investigación tendrán implicaciones prácticas significativas para los productores de Asai. Al determinar la dosis óptima de abono biol como fertilizante foliar, se podrán establecer recomendaciones técnicas precisas para mejorar la calidad de las plántulas y reducir la dependencia de fertilizantes químicos. Esto contribuirá a una producción más sostenible, a la conservación del medio ambiente y al fortalecimiento de la cadena de valor del Asai. Asimismo, la identificación de las principales amenazas fitosanitarias permitirá implementar medidas preventivas y de control más efectivas

IV. Objetivos

Objetivo general

Evaluar las características Morfológicas del Asai (*Euterpe precatoria*) con abono Biol en la etapa de vivero en el Barrio la amistad de la Ciudad de Cobija del departamento Pando.

Objetivo específico

- Analizar la respuesta morfológica de plántulas de *Euterpe precatoria* mediante la aplicación de diferentes dosis de biol en condiciones de vivero.
- Elaboración del abono biol orgánico.
- Determinar la mejor dosis de Biol como fertilizante foliar en el cultivo de Asai (*Euterpe precatoria*) en la etapa de vivero.

V. Hipótesis.

Ha. La aplicación de diferentes dosis de abono biol como fertilizante foliar orgánico mejora las características morfológicas del cultivo de Asaí (*Euterpe precatoria*) en etapa de vivero.

Ho. La aplicación de diferentes dosis de abono biol como fertilizante foliar orgánico no mejora significativamente las características morfológicas del cultivo de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) en etapa de vivero.

VI. Revisión Bibliografica

6.1. Distribución geográfica del asai (*Euterpe precatoria*)

(Ramos, 2018) indica que el asaí (*Euterpe precatoria*) tiene su centro de distribución principal en la región amazónica de Bolivia y Perú, donde es más abundante y juega un papel ecológico y económico crucial. Sin embargo, su distribución se extiende también a otros países de la cuenca amazónica, aunque en menor proporción:

- Guyana: Presente en algunas áreas.
- Surinam: También se encuentra en ciertas regiones.
- Guayana Francesa: Forma parte de su flora.
- Venezuela: Se reporta su presencia en la zona del Delta del Orinoco.
- Colombia: Se encuentra en la Amazonía colombiana.

- Ecuador: Presente en la Amazonía ecuatoriana.
- Perú: Se encuentra en la Amazonía peruana y es común en algunas áreas.
- Bolivia: Su presencia es significativa en la Amazonía boliviana, incluyendo la región de Pando.

El asaí (*Euterpe precatoria*) tiene una importancia regional significativa, particularmente en Bolivia y Perú.

6.2. Generalidades del asaí (*Euterpe precatoria*)

El asaí (*Euterpe precatoria*) es una palmera esbelta, monocotiledónea, que generalmente presenta un único tallo y puede alcanzar alturas de 15 a 25 metros. No forma densas agrupaciones de múltiples tallos. Es una especie emblemática de la Amazonía, tanto por su importancia ecológica como económica, especialmente en regiones como Pando, Bolivia.

Sus frutos, pequeñas drupas de color púrpura oscuro a negro cuando maduran, son altamente valorados por su alto contenido de antioxidantes, especialmente antocianinas, así como por otros nutrientes como fibra, vitaminas y minerales. Estos frutos son la base de una importante industria alimentaria y de bebidas a nivel local, y están ganando reconocimiento a nivel internacional.

Además de su valor nutricional y económico, el asaí (*Euterpe precatoria*) desempeña un papel ecológico crucial en los ecosistemas amazónicos, proporcionando alimento y refugio para diversas especies de fauna. Las palmas de asaí también son utilizadas tradicionalmente por las comunidades indígenas para la construcción, la cestería y otros usos (Ramos, 2018).

6.3. Origen

El asaí (*Euterpe precatoria*) es nativo de la región occidental de la Amazonía, incluyendo partes de Bolivia, Perú, Colombia, Ecuador y Brasil. Su consumo se remonta a tiempos precolombinos, siendo un alimento básico en la dieta de las poblaciones amazónicas de estas regiones. El cultivo y la comercialización están en desarrollo.

6.4. Morfología y taxonomía

• Nombre científico:	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.
• Familia:	Arecaceae (Palmeras)
• Sinónimos:	<i>Euterpe acaulis</i> var. <i>precatoria</i> , <i>Euterpe langsdorffii</i> var. <i>minor</i> , <i>Martinezia caryotifolia</i> var. <i>gracilis</i> .
• Nombres comunes:	Asaí de la selva, Huasaí (Bolivia, Perú), Naidí (Colombia), Palmiche (Venezuela).
• Nombre científico:	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.

Descripción:

- Palmera de tallo único (solitaria), delgada, de 5-15 cm de diámetro y puede alcanzar alturas de 10 a 25 metros.
- Hojas pinnadas, arqueadas, de hasta 3 metros de largo, con un pecíolo de 30-60 cm. Presentan entre 40 y 80 pinnas a cada lado, estrechas y péndulas.
- Inflorescencia erecta o péndula, con un eje de 30-80 cm de largo y hasta 100 ramas cubiertas de pelos finos.

- Flores unisexuales, pequeñas, dispuestas en tríadas (una flor femenina flanqueada por dos masculinas).
- Frutos son drupas globosas, de 1-1.5 cm de diámetro, de color negro-púrpura oscuro cuando maduran. El mesocarpio (pulpa) es delgado, fibroso y carnoso, de color púrpura. La semilla está cubierta por muchas fibras (Ramos, 2018)

6.5. Crecimiento inicial de *Euterpe precatoria*

Para la *Euterpe precatoria* (conocida comúnmente como asaí solitario o huasaí), la literatura científica describe un crecimiento lento, especialmente en sus fases iniciales. A diferencia de su pariente *E. oleracea*, esta especie no forma macollos (múltiples tallos), lo que concentra toda su energía en un solo eje vertical.

(Castaño 2007) *Euterpe precatoria* es una especie amazónica caracterizada por presentar un crecimiento inicial lento en comparación con otras palmeras tropicales. La germinación puede iniciar entre los 31 y 45 días después de la siembra y extenderse hasta los 150 días dependiendo de las condiciones ambientales. Asimismo, las plántulas requieren aproximadamente entre 120 y 150 días para alcanzar un desarrollo adecuado en vivero antes de su trasplante definitivo.

Durante las primeras etapas de crecimiento, la especie prioriza el desarrollo radicular y foliar antes del incremento significativo en altura y diámetro del tallo. Esta característica fisiológica influye directamente en la velocidad de respuesta frente a tratamientos de fertilización y bioestimulación.

1. Fase de Germinación (0 a 150 días)

La germinación es de tipo epigea (los cotiledones emergen del suelo) y se considera lenta.

Inicio de la germinación: Comúnmente entre los 31 y 45 días bajo condiciones óptimas (humedad y temperatura alta). No obstante, en estudios realizados en Iquitos (Perú), se ha registrado el inicio a los 82 días.

Pico de germinación: Entre los 100 y 120 días se alcanza aproximadamente el 40-50% de la tasa de germinación.

Finalización del proceso: Puede extenderse hasta los 150 días en semillas con cubiertas más gruesas.

2. Etapa de Vivero / Plántula (4 a 6 meses)

Trasplante a campo: Las plántulas suelen estar listas para el trasplante definitivo cuando alcanzan una altura mínima de 30 cm. Este desarrollo se logra generalmente entre los 4 y 5 meses (aprox. 120-150 días) tras la siembra en bolsas de vivero.

3. Fase de Crecimiento Vegetativo y Juvenil

Desarrollo del tallo (estípote): Es un proceso pausado. La palma prioriza el desarrollo radicular y foliar antes de ganar altura significativa.

Inicio de producción: A diferencia del asaí de huerta (*E. oleracea*), el *E. precatoria* tarda más en madurar. La bibliografía señala que la primera fructificación ocurre entre los 4 y 8 años después de la plantación, dependiendo de la fertilidad del suelo y la pluviosidad.

4. Desarrollo del Fruto (11 a 13 meses)

Una vez que la palma es adulta, el ciclo del fruto tiene dos fases críticas de evolución:

Desarrollo del embrión: Dura entre 6 y 7 meses.

Maduración final: Toma de 5 a 6 meses adicionales hasta que el fruto adquiere su coloración púrpura oscuro/negro característica.

6.6. Condiciones edafoclimaticos del cultivo

6.6.1. Precipitación

El Asaí necesita una precipitación anual alta, con un régimen de lluvias bien distribuido a lo largo del año, un promedio anual de 3600 mm de precipitación en algunas zonas donde se cultiva o se encuentra de forma natural el Asaí (*Euterpe precatoria*).

Esta alta demanda de agua subraya la preferencia de la especie por los ambientes de selva húmeda tropical. La distribución regular de las lluvias es importante para asegurar una humedad constante en el suelo, necesaria para el desarrollo de la planta y la producción de frutos.

6.6.2. Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del asaí se encuentra entre 24 y 30°C. Las temperaturas basales (mínima y máxima) varían a lo largo del ciclo de la planta, siendo aproximadamente 12.92°C (mínima) y 32.46°C (máxima) en la prefloración.

6.6.3. Requerimiento de suelo del cultivo

- Se adapta a diversos tipos de suelos, pero prefiere los franco-arenosos, bien drenados y ricos en materia orgánica.
- No es exigente en cuanto a la profundidad del suelo.
- El pH ideal del suelo se encuentra entre 4,5 y 6,5.

6.6.4. Materia orgánica

La **materia orgánica** juega un papel fundamental en los requerimientos de suelo para el cultivo de Asaí (*Euterpe precatoria*). Según (Ramos, 2018)

- Se ha observado que los suelos con mayor contenido de materia orgánica, como los encontrados en bosques y barbechos, favorecen el desarrollo de la palma en comparación con suelos de potrero.
- Un estudio indicó que los suelos de bosque presentan un mayor porcentaje de materia orgánica, lo cual se asocia con mejores condiciones para el crecimiento del Asaí.

6.7. Vivero

6.7.1. Ventajas del vivero de Asaí (*Euterpe precatoria*)

(Barrera, 2018) menciona las siguientes ventajas:

1. Producción Controlada de Plántulas de Calidad:

- Permite seleccionar semillas de fuentes confiables y con buenas características genéticas (si es posible identificar y acceder a ellas).
- Se pueden aplicar técnicas de germinación y crecimiento optimizadas para la especie, lo que resulta en plántulas vigorosas y uniformes.
- Se facilita el control de plagas y enfermedades en las etapas tempranas de desarrollo, cuando las plántulas son más vulnerables.
- Se pueden proporcionar las condiciones ambientales adecuadas (luz, humedad, temperatura) para un crecimiento óptimo.

2. Mayor Tasa de Éxito en el Establecimiento de Plantaciones:

- Las plántulas producidas en vivero suelen tener un sistema radicular bien desarrollado y están mejor aclimatadas para sobrevivir al trasplante al campo.
- Se reduce la mortalidad temprana en comparación con la siembra directa de semillas en el campo, que es más susceptible a factores ambientales adversos, depredación y competencia.

3. Planificación y Programación de la Producción:

- Un vivero permite programar la disponibilidad de plántulas en el momento óptimo para la plantación en campo, considerando las estaciones de lluvia y otras condiciones climáticas favorables.
- Se puede producir la cantidad de plántulas necesarias para el proyecto de plantación, evitando la escasez o el exceso de material vegetal.

4. Reducción de Costos a Largo Plazo:

- Aunque la inversión inicial en un vivero puede ser significativa, a largo plazo puede resultar más económico que la compra continua de plántulas a terceros.
- Una mayor tasa de supervivencia de las plántulas se traduce en menores costos de replantación y un retorno de la inversión más rápido.

5. Generación de Empleo y Desarrollo de Capacidades Locales:

- El establecimiento y manejo de un vivero puede generar oportunidades de empleo para las comunidades locales.
- Se pueden desarrollar capacidades técnicas en propagación de plantas, manejo de viveros, control de calidad de plántulas, etc.

6. Conservación y Uso Sostenible de la Especie:

- Los viveros pueden jugar un papel importante en la conservación de especies nativas como el Asaí (*Euterpe precatoria*), especialmente si se recolectan semillas de diversas fuentes genéticas para mantener la variabilidad.
- Al asegurar una producción sostenible de plántulas, se reduce la presión sobre las poblaciones silvestres para la extracción de semillas o incluso de plántulas.

7. Facilita la Introducción de Innovaciones y Buenas Prácticas:

- En un vivero, es más fácil implementar y controlar nuevas técnicas de propagación, el uso de sustratos mejorados, la aplicación de fertilizantes y otros tratamientos que pueden mejorar la calidad de las plántulas.

8. **Producción de Plántulas Adaptadas a Condiciones Específicas:**

- Si se conocen las condiciones edafoclimáticas específicas del área de plantación, se pueden adaptar las prácticas de vivero para producir plántulas más robustas y mejor preparadas para esas condiciones.

6.7.2. Establecimiento y manejo del vivero

(DE VIVEROS) un manual donde menciona el establecimiento y manejo del vivero menciona pasos para el buen funcionamiento del mismo:

1. Planificación y Diseño del Vivero:

- **Ubicación:** Seleccionar un lugar estratégico que cuente con:
 - **Acceso a agua de buena calidad:** Fundamental para el riego.
 - **Buen drenaje:** Para evitar encharcamientos que puedan dañar las plántulas.
 - **Topografía adecuada:** Preferiblemente plana o con ligera pendiente para facilitar el manejo y evitar la erosión.
 - **Acceso:** Facilidad para el transporte de materiales (semillas, sustratos, contenedores) y de las plántulas producidas.

- **Proximidad al área de plantación (deseable):** Reduce los costos y el estrés del transporte de las plántulas.
- **Disponibilidad de mano de obra.**
- **Protección contra vientos fuertes y luz solar excesiva (parcial).**
- **Tamaño del vivero:** Determinar el tamaño en función de la cantidad de plántulas que se desean producir y el espacio necesario para cada etapa de desarrollo.
- **Infraestructura:**
 - **Área de germinación:** Puede ser un espacio protegido con sombra parcial para las semillas recién sembradas.
 - **Área de crecimiento:** Espacio más amplio donde las plántulas se desarrollarán hasta alcanzar el tamaño adecuado para el trasplante. Puede requerir sombra parcial en las etapas iniciales.
 - **Área de rustificación (aclimatación):** Espacio con condiciones ambientales similares al campo para preparar las plántulas antes del trasplante.
 - **Almacén:** Para guardar herramientas, sustratos, fertilizantes, etc.
 - **Fuente de agua y sistema de riego:** Puede ser manual (regadera) o automatizado (aspersores, microaspersores).
 - **Caminos y áreas de circulación:** Para facilitar el movimiento dentro del vivero.
 - **Cerramiento (opcional):** Para proteger contra animales y robos.
 - **Estructuras de sombra (mallas de sombreo):** Para controlar la cantidad de luz solar, especialmente en las primeras etapas.

2. Obtención y Tratamiento de Semillas:

- **Fuente de semillas:** Seleccionar semillas de plantas madre sanas y con buenas características (si se conocen). Idealmente, recolectar semillas de diversas fuentes para asegurar la variabilidad genética.
- **Extracción de la pulpa:** Retirar la pulpa del fruto cuidadosamente para evitar dañar la semilla.
- **Lavado y secado:** Lavar las semillas con agua limpia y dejarlas secar a la sombra.
- **Tratamientos pregerminativos:** Algunos tratamientos como la inmersión en agua tibia o la escarificación suave pueden mejorar la germinación. Investigar las prácticas recomendadas para *Euterpe precatoria*.
- **Almacenamiento:** Si no se van a sembrar inmediatamente, almacenar las semillas en condiciones frescas y secas. La viabilidad de las semillas de palma puede ser limitada.

3. Siembra y Germinación:

- **Sustrato de germinación:** Utilizar un sustrato ligero, bien drenado y con buena aireación (ej. arena, fibra de coco, turba, o mezclas).
- **Siembra:** Sembrar las semillas a una profundidad adecuada en bandejas de germinación, semilleros o directamente en bolsas pequeñas.
- **Riego:** Mantener el sustrato húmedo pero no encharcado.

- **Control de temperatura y humedad:** Proporcionar las condiciones óptimas para la germinación, que generalmente son cálidas y húmedas.

- **Protección:** Proteger de la luz solar directa intensa y de las lluvias fuertes.

4. Crecimiento y Desarrollo de las Plántulas:

- **Trasplante:** Una vez que las plántulas tienen el tamaño adecuado (con algunas hojas verdaderas), trasplantarlas a contenedores individuales (bolsas de polietileno, macetas pequeñas) con un sustrato más rico en materia orgánica (mezcla de tierra, arena, compost o humus de lombriz).

- **Riego:** Regar regularmente, manteniendo el sustrato húmedo pero evitando el exceso de agua. La frecuencia dependerá de las condiciones climáticas y del tipo de sustrato.

- **Fertilización:** Se puede aplicar fertilizante líquido equilibrado o abonos orgánicos de liberación lenta para promover un crecimiento vigoroso. Monitorear las necesidades de las plántulas.

- **Control de malezas:** Eliminar las malezas que compiten por luz, agua y nutrientes.

- **Control de plagas y enfermedades:** Inspeccionar regularmente las plántulas y aplicar medidas preventivas o correctivas si es necesario, utilizando métodos ecológicos siempre que sea posible.

- **Poda (generalmente no necesaria):** En palmeras, la poda se limita a la eliminación de hojas secas o dañadas.

- **Espaciamiento:** Asegurar un espaciamiento adecuado entre las plántulas para permitir una buena circulación de aire y evitar la competencia por luz.
- **Sombra:** Proporcionar sombra parcial durante las etapas iniciales de crecimiento, especialmente en zonas de alta radiación solar. Reducir gradualmente la sombra a medida que las plántulas crecen.

5. Rustificación o Aclimatación:

- Unas semanas antes del trasplante al campo, es importante aclimatar gradualmente las plántulas a condiciones ambientales más rigurosas, como mayor exposición al sol, menor frecuencia de riego y fluctuaciones de temperatura. Esto ayuda a reducir el estrés del trasplante y aumenta la tasa de supervivencia en el campo.

6. Manejo General del Vivero:

- **Registros:** Mantener registros detallados de las actividades del vivero, incluyendo la procedencia de las semillas, las fechas de siembra y trasplante, los tratamientos aplicados, las pérdidas por plagas o enfermedades, etc.
- **Mantenimiento de la infraestructura:** Reparar cercas, sistemas de riego, estructuras de sombra, etc.
- **Capacitación del personal:** Asegurar que el personal esté capacitado en las técnicas adecuadas de manejo de viveros.
- **Seguimiento y evaluación:** Monitorear el crecimiento y la calidad de las plántulas para identificar posibles problemas y realizar ajustes en el manejo

6.7.3. Siembra y Siembra directa a bolsa

La siembra directa a bolsa es el método más común y recomendado para *Euterpe precatoria*. Se utilizan bolsas de polietileno negro, de tamaño adecuado (aproximadamente 15x25 cm), llenas con un sustrato de buena calidad que asegure un buen drenaje y retención de humedad, como una mezcla de tierra vegetal, arena y materia orgánica (por ejemplo, compost o humus de lombriz) en proporciones adecuadas (ej. 2:1:1). Se siembran de 2 a 3 semillas por bolsa a una profundidad de 2-3 cm. Después de la germinación, se realiza un raleo, dejando la plántula más vigorosa por bolsa.

La siembra en semilleros o bandejas de germinación también puede realizarse, similar a la etapa de almácigo mencionada anteriormente, seguida del trasplante a bolsas. Sin embargo, la siembra directa a bolsa minimiza el estrés del trasplante y reduce el manipuleo de las plántulas jóvenes (Ramos, 2018).

6.8. Biofertilizantes líquidos

6.8.1. Biol

(INIA, 2008) indica que el biol es un biofertilizante líquido que se obtiene a través de la fermentación anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de materia orgánica fresca mezclada con agua. Esta materia orgánica puede incluir estiércol de animales (vacuno, porcino, aves), residuos de cosechas, restos de cocina y otros materiales orgánicos biodegradables.

Durante el proceso de fermentación, los microorganismos presentes en la materia orgánica descomponen los compuestos orgánicos complejos, liberando nutrientes esenciales

para las plantas en formas más simples y fácilmente asimilables. El resultado es un líquido rico en macro y micronutrientes, así como en microorganismos beneficiosos y otras sustancias bioactivas que pueden estimular el crecimiento de las plantas y mejorar la salud del suelo .

6.8.2. El biol en la agricultura

El biol es un biofertilizante líquido obtenido a través de la fermentación anaeróbica de materia orgánica, como estiércol fresco de animales (vacuno, porcino, aves), residuos de cosechas, restos de cocina y agua. Durante este proceso de descomposición en ausencia de oxígeno, microorganismos presentes en la materia orgánica liberan nutrientes esenciales para las plantas en formas más asimilables. El biol se considera una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que aprovecha recursos locales, reduce la dependencia de insumos externos y contribuye a la salud del suelo y al equilibrio ecológico de los sistemas agrícolas. Su aplicación puede mejorar el crecimiento de las plantas, aumentar la producción y fortalecer su resistencia a enfermedades y estrés ambiental (INIA, 2008).

6.8.3. Ventajas del biol

La utilización del biol en la agricultura ofrece diversas ventajas significativas. En primer lugar, mejora la nutrición de las plantas al proporcionar una fuente equilibrada de macro y micronutrientes esenciales en formas fácilmente absorbibles. Esto se traduce en un crecimiento más vigoroso, un mayor desarrollo radicular y una mejor floración y fructificación. En segundo lugar, el biol contribuye a la salud del suelo al estimular la actividad de microorganismos beneficiosos, mejorar su estructura, aumentar la retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrientes a largo plazo. Además, al ser producido a partir de residuos

orgánicos locales, reduce la dependencia de fertilizantes químicos costosos y contaminantes, promoviendo una agricultura más sostenible y económica para los productores. Finalmente, la aplicación de biol puede aumentar la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, disminuyendo la necesidad de pesticidas y contribuyendo a la producción de alimentos más saludables (INIA, 2008).

6.8.4. Desventajas del biol

A pesar de sus numerosos beneficios, el uso del biol también presenta algunas desventajas que deben considerarse. La composición y concentración de nutrientes en el biol pueden variar significativamente dependiendo de la calidad y proporción de la materia orgánica utilizada en su preparación, así como de las condiciones de fermentación. Esto puede dificultar la estandarización de su aplicación y la predicción precisa de sus efectos en los cultivos. Además, el proceso de producción de biol requiere un tiempo de fermentación que puede ser relativamente largo (varias semanas o meses), lo que implica una planificación anticipada. Otra posible desventaja es el olor desagradable que puede desprenderse durante la fermentación y la aplicación, lo que podría generar molestias en áreas pobladas cercanas al lugar de producción o aplicación. Finalmente, si la materia orgánica utilizada para la producción de biol está contaminada con patógenos o metales pesados, estos podrían transferirse al biol y, potencialmente, afectar la salud del suelo y de los cultivos (INIA, 2008).

6.8.5. Ventajas de la aplicación de biofertilizantes en los cultivos

La aplicación de biofertilizantes, incluyendo el biol, ofrece una serie de ventajas importantes para los cultivos. Estos productos de origen natural mejoran la disponibilidad de

nutrientes esenciales para las plantas de manera gradual y sostenida, promoviendo un crecimiento equilibrado y reduciendo el riesgo de sobrefertilización. Los biofertilizantes también estimulan la actividad biológica del suelo, incrementando la población de microorganismos beneficiosos que ayudan a solubilizar nutrientes, fijar nitrógeno atmosférico y controlar patógenos. Al mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, los biofertilizantes contribuyen a una mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos. Además, fortalecen el sistema radicular de las plantas, haciéndolas más resistentes al estrés hídrico y a las enfermedades del suelo. En última instancia, el uso de biofertilizantes puede resultar en un aumento de la productividad y la calidad de los cultivos de una manera más amigable con el medio ambiente y la salud humana (Rodríguez, 2013).

6.8.6. Efectos de la aplicación de los biofertilizantes en el suelo

La aplicación de biofertilizantes, incluyendo el biol, ofrece una serie de ventajas importantes para los cultivos. Estos productos de origen natural mejoran la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas de manera gradual y sostenida, promoviendo un crecimiento equilibrado y reduciendo el riesgo de sobrefertilización. Los biofertilizantes también estimulan la actividad biológica del suelo, incrementando la población de microorganismos beneficiosos que ayudan a solubilizar nutrientes, fijar nitrógeno atmosférico y controlar patógenos. Al mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua, los biofertilizantes contribuyen a una mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos. Además, fortalecen el sistema radicular de las plantas, haciéndolas más resistentes al estrés hídrico y a las enfermedades del suelo. En última instancia, el uso de biofertilizantes puede

resultar en un aumento de la productividad y la calidad de los cultivos de una manera más amigable con el medio ambiente y la salud humana (Rodríguez, 2013).

6.8.7. Tipos de biol

El biol puede clasificarse según la materia orgánica predominante utilizada en su preparación, lo que influye en su composición nutricional. Algunos tipos comunes incluyen el biol de estiércol, que es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, y es ampliamente utilizado por su aporte equilibrado de macronutrientes (Abel, 2021). El biol de residuos vegetales (hojarasca, restos de cosecha) puede tener una menor concentración de nitrógeno pero aporta una cantidad significativa de otros nutrientes y materia orgánica. El biol mixto, preparado con una combinación de estiércol y residuos vegetales, busca equilibrar el aporte de diferentes nutrientes. También existen bioles enriquecidos a los que se añaden otros materiales como harinas de roca, melaza o microorganismos específicos para potenciar ciertas propiedades o aumentar la concentración de nutrientes particulares. La elección del tipo de biol dependerá de las necesidades nutricionales específicas del cultivo y de la disponibilidad de materiales orgánicos en la zona (INIA, 2008).

6.8.8. Formas de preparación

La preparación del biol generalmente implica la fermentación anaeróbica de materia orgánica en un recipiente hermético. Un método común utiliza un biodigestor casero, que puede ser un tanque de plástico o un recipiente construido con materiales locales. Se introduce la materia orgánica fresca (estiércol, residuos vegetales) mezclada con agua en proporciones adecuadas (por ejemplo, 1 parte de materia orgánica por 2 a 4 partes de agua), llenando

aproximadamente el 70-80% de la capacidad del recipiente para dejar espacio para la producción de gases. Se sella herméticamente para crear un ambiente anaeróbico y se conecta una manguera a la parte superior para liberar los gases (principalmente metano y dióxido de carbono) de manera segura, evitando la acumulación de presión. El proceso de fermentación puede durar entre 4 semanas y varios meses, dependiendo de la temperatura y la actividad microbiana. El biol líquido se extrae por la parte inferior del biodigestor una vez que la fermentación ha concluido y presenta un color oscuro y un olor menos intenso (Rivera, 2007).

6.8.9. Dosis de biol recomendada

La dosis de biol recomendada para su aplicación en cultivos puede variar significativamente dependiendo del tipo de cultivo, la etapa de desarrollo de la planta, la riqueza del suelo y la concentración de nutrientes del biol producido. Generalmente, se recomienda aplicar el biol diluido en agua para evitar quemaduras en las hojas y asegurar una distribución uniforme. Las dosis comunes oscilan entre una dilución de 1:5 (una parte de biol por cinco partes de agua) hasta 1:10 o incluso 1:20 para aplicaciones foliares, donde se busca una absorción rápida de nutrientes. Para aplicaciones al suelo, las dosis pueden ser más concentradas, por ejemplo, 1:2 o 1:3, aplicándose directamente en la base de las plantas o incorporándose al riego (Rivera, 2007).

VII. Materiales y Metodos

1. Ubicación

La presente investigación titulada “Evaluación Morfológica del Asai (*Euterpre precatoria*.), con abono Biol en la etapa de vivero”, se ejecutó en el barrio la Amistad de la ciudad de Cobija.

El barrio La Amistad se ubica en la ciudad de Cobija, capital del departamento de Pando, en el extremo noroeste de Bolivia, zona amazónica fronteriza con Brasil. Se encuentra cerca de los barrios 1° de Mayo y San Felipe, y su área, junto con sectores aledaños, es identificada por su vulnerabilidad. Coordenadas: Aproximadamente en la zona geográfica del Mercado La Amistad a latitud sur y longitud oeste. (Ver anexo 1).

2. Materiales

Tabla 1 Materiales y herramientas que se utilizaran en la ejecución de la presente investigación

N°	Detalle	Cantidad
Preparación de abono biol		
1	Tanque de 500lt	1
2	Manguera 1metro	1
3	Bidon de 2 litros	1
4	Grifo	1
5	Estiércol de vaca	40 a 50 kilos
6	Melaza de azúcar morena	50 litros
7	Levadura granulada	200 gramos
8	Hojas picadas de leguminosas	5 kilos

9	Cenizas	2 kilos
Vivero		
10	Bolsitas de polietileno	700
11	Mochila de 20L	1
12	Cinta métrica	1
13	Estacas	12
14	Semisombra	1 (50m)
15	Martillo	1
16	Azadón	1
17	Clavos	1 (kg)
18	Letrero	16
19	Pita	1 (50m)
20	Tablas	1 (docena)

Fuente: Elaboración propia

3. Procedimiento experimental

3.1. Construcción de vivero semi sombra

Para las columnas que soportarán el techo del vivero se contaron con listones de madera, de 2,5 metros de largo, de los cuales 0,5 metros se deben enterrar y asegurar al suelo para darle firmeza a la estructura, deben estar separadas 3 metros de distancia una de la otra.

En las columnas se colocaron soportes horizontales sobre los extremos libres; éstos deben formar una cuadrícula y entrecruzarse de manera que puedan servir de asidero a la cubierta o techo. Como cobertura para el techo se pueden utilizar malla que suministre 80 % de sombra (ver anexo 2).

3.2. Preparación de almaciguera

La caja de la almaciguera tiene un tamaño de 1m por 50cm herméticamente construido con madera para retener el sustrato y este se mantenga firme. Se relleno con abono orgánico previamente mezclados con las siguientes proporciones: 80% de tierra negra provenientes del lugar y 20% de arena, previamente tamizados y depurados (ver anexo 3).

3.3. Selección de las semillas

Las semillas para la investigación se obtuvieron de la Hacienda Ivan Portillo de la Comunidad Primero de Mayo.

Para la prueba de viabilidad de la semilla se realizó la prueba de flotación que consisten en Sumergir un lote de semillas en agua. Las semillas que flotan suelen tener menor viabilidad y pueden descartarse.

La selección de semillas se basó en criterios de vigor y sanidad del árbol progenitor. Para determinar la viabilidad, se aplicó el método de inmersión en agua; según (Florez 2021) la flotación es un indicador físico de semillas vanas o con embriones no desarrollados, permitiendo descartar material de baja calidad antes de la siembra

3.4. Siembra

Se utilizo 6 kilos de semillas de asai previamente haber realizado la prueba de flotación, luego se las llevara a la caja de almaciguera se colocarán a una distancia de 1 cm. entre ellas de

forma vertical con la zona de emergencia de la raíz puesta sobre el sustrato y cubiertas con una capa delgada de hojarasca que permita mantener la humedad del sustrato (ver anexo 4).

3.5. Preparación de sustratos para el llenado de bolsas

La mezcla se preparó utilizando tierra, arena y materia orgánica. Proporción estándar (2:1:1) es decir 2 partes de tierra negra, 1 parte de arena lavada de río, 1 parte de materia orgánica.

3.6. Llenado de bolsita

Unas veces preparadas las diferentes mezclas de sustrato, se procedió al llenado de las bolsitas de polietileno.

3.7. Repique

Este estadio generalmente se alcanza entre 30 y 60 días después de la germinación, aunque el tiempo exacto puede variar según las condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz) y la calidad de las semillas.

3.8. Control fitosanitario

Actividad que se realizó de forma visual, donde se le hará seguimiento semanalmente con la ayuda de bibliografías.

3.9. Control de malezas

El control de maleza se realizó en forma manual, arrancando las malezas conforme estas emerjan en las bolsitas y en los espacios entre unidades experimentales.

3.10. Riego

Actividad que se realizó de acuerdo al requerimiento y frecuencias de las lluvias.

3.11. Preparación de abono biol

La producción de biol se llevó a cabo en un tanque de 500 litros con cierre hermético.

El proceso comenzó con la introducción de 40 a 50 kilogramos de estiércol vacuno en el tambor; en su defecto, se puede utilizar gallinaza u otro tipo de estiércol.

Aparte se disolvió la azúcar morena en un poco de agua hasta obtener una mezcla líquida y homogénea, sin grumos. De manera similar, se diluye levadura en otro recipiente antes de incorporarla al tanque.

La melaza (azúcar morena disuelta) y la levadura diluida se vierten seguidamente en el tambor que ya contiene el estiércol.

Posteriormente se añadió las hojas picadas de leguminosas como kudzu, mucuna o pacay, o bien residuos de cocina como cáscaras de habas o de papa.

Después se agregaron aproximadamente 400 litros de agua al tanque y se mezcló vigorosamente con un palo durante unos 20 minutos para asegurar una buena integración de todos los componentes.

Para finalizar el tanque se tapa de forma hermética, dejando unos 20 centímetros de espacio libre debajo de la tapa para evitar obstrucciones en la llave de paso y la salida de gas. Es crucial conectar una manguera a la llave de paso y dirigirla hacia una botella con agua, permitiendo así el escape controlado de los gases y garantizando el proceso de fermentación anaeróbica (ver anexo 5).

Tabla 2 Composición del Biol en la Evaluación Morfológica del Asai (Euterpre precatória)

Composición del Biol	Cantidad
Estiércol de vaca	40 a 50 kilos
Melaza de azúcar morena	50 litros
Levadura granulada	200 gramos
Hojas picadas de leguminosas	5 kilos
Cenizas	2 kilos

Fuente: Elaboración Propia

3. TOMA DE DATOS

El presente trabajo de investigación se enmarcó en los métodos de investigación descriptiva e interpretativa.

- **Días a la siembra:** Este parámetro se refiere al periodo, expresado en días, que transcurre desde el momento en que se inicia la siembra en el semillero hasta que el 70% de las plántulas han emergido del sustrato.

- **Diámetro del tallo:** Para cada unidad experimental establecida, se medirá el diámetro en la base de los tallos de las plántulas. Posteriormente, se calculará el valor promedio de estas mediciones.
- **Número de hojas:** En cada unidad experimental, se realizará un conteo del número total de hojas presentes en las plántulas. Finalmente, se determinará el promedio de hojas por planta.
- **Longitud de las plantas (cm):** Dentro de cada unidad experimental, se medirá la altura de todas las plántulas, tomando la distancia desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la hoja más joven. A continuación, se calculará la altura promedio de las plántulas.
- **Mortalidad:** Esta variable los resultados se los expreso en porcentaje, en función al numero de cepas vivas y el numero total de cepas multiplicado por 100.
- **Identificación de plagas y enfermedades:** La detección de plagas y enfermedades se llevará a cabo a través de la observación directa de las plántulas durante todo el tiempo que dure la investigación.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Tratamientos	4
Repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Superficie de la unidad experimental (1x 0,40)	0,40 m ²
Numero de surcos por unidad experimental	4
Numero de surcos a evaluar por unidad experimental	2
Número de plantas por surco	8

Número de plantas a evaluar por unidad experimental	12
Superficie a evaluar por unidad experimental (0,80 x 0,20)	0,16 m ²
Separación entre unidad experimental	1 m
Separación entre bloques o repeticiones	1 m
Superficie efectiva de la investigación (0,40 x 20)	8 m ²
Superficie efectiva a evaluar en la investigación (0,16x 20)	3,2 m ²
Superficie total de la investigación (5x 10)	50 m ²

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda

Tratamiento	Descripción
T1	3 litros de biol
T2	5 litros de biol
T3	10 litros de biol
T4	Testigo sin aplicación de biol

Se preparó una solución de biol diluido en 20 litros de agua para todos los tratamientos. Este volumen permite una aplicación eficiente tanto foliar como al sustrato para un grupo representativo de plántulas, sin exceder la capacidad de absorción del sustrato y la planta.

Para cada unidad experimental se regará con 5 litros individualmente esto para tener un control en la cantidad de biol y agua.

Las plantas por surco a evaluar fueron 12 plantas por surco dando un total de 192 plantas en toda la investigación, (SANCHEZ, 2018) menciona que para la toma de datos se debe tomar en cuenta las plantas menos susceptibles a ataques de plagas siendo estas las del centro.

Cada unidad experimental estuvo conformada por 16 plantas distribuidas en 2 surcos de 8 plantas cada uno; sin embargo, para la toma de datos únicamente se evaluaron 12 plantas centrales, excluyendo las plantas de borde con la finalidad de reducir el efecto borde y disminuir la variabilidad experimental.

Tabla de dilución del biol

Tratamiento	Volumen de biol	Volumen de agua	Volumen total
T1	3 litros	17 litros	20 litros
T2	5 litros	15 litros	20 litros
T3	10 litros	10 litros	20 litros
T4	0 litros	20 litros	20 litros

Fuente: Elaboración Propia

La aplicación de biol se realizó mediante dilución en agua hasta completar un volumen total de 20 litros por tratamiento, garantizando uniformidad en la aplicación foliar y al sustrato.

VIII. RESULTADOS

8.1. Días a la siembra

Fase de Germinación y Emergencia: La emergencia del 70% de los plantines comenzó a los 25 días posteriores a la siembra. El proceso se completó totalmente (100%) a los 40 días.

Trasplante a Bolsa: Una vez alcanzado el total de la emergencia el 30/08/2025, se realizó el trasplante a bolsa. Esto ocurrió exactamente a los 40 días del ciclo inicial.

Periodo de Establecimiento: Entre el trasplante y la toma de datos inicial (30/09/2025) transcurrieron los primeros días de adaptación en el nuevo contenedor.

Fase de Monitoreo Intensivo: Posterior a la toma inicial, se realizó un seguimiento detallado por un periodo de 60 días. Este monitoreo culminó con la toma de dato final el 30/11/2025.

Tabla 3 Días de siembra y toma de datos

Hito	Fecha	Días Acumulados
Siembra	23/07/2025	0
Emergencia (Inicio)	15/08/2025	24
Trasplante (Bolsa)	30/08/2025	40
Toma de datos Inicial	30/09/2025	50
Toma de datos Final	30/11/2025	110

Fuente: Elaboración propia

8.2. Características morfológicas

Altura de planta

La altura de planta promedio general fue de 4.69 cm. La altura media por tratamiento varió desde 3.42 cm en el Testigo (Tratamiento 4) hasta 5.60 cm en el Tratamiento 2 (5 litros de Biol). De forma individual, los valores oscilaron entre un mínimo de 2.08 cm (Testigo, R1) y un máximo de 8.42 cm (Tratamiento 2, R4).

Tabla 4 *Altura media de planta (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento.*

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1 (3 litros)	2,53	4,31	5,53	6,68	4,76
T2 (5 litros)	3,28	4,23	6,48	8,42	5,60
T3 (10 litros)	3,28	4,20	5,53	6,95	4,99
Testigo	2,08	3,24	4,18	4,18	3,42
PROMEDIO	2,79	3,99	5,43	6,55	4,69

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se observa que el tratamiento T2 correspondiente a la aplicación de 5 litros de biol presentó el mayor promedio de altura de planta con 5,60 cm, seguido del tratamiento T3 con 4,99 cm y T1 con 4,76 cm. El tratamiento testigo registró el menor crecimiento con un promedio de 3,42 cm. Estos resultados muestran una tendencia favorable en los tratamientos que recibieron aplicación de biol en comparación con el tratamiento sin fertilización.

Tabla 5 *Análisis de Varianza Altura*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Tratamientos	3	10,16	3,39	1,13	0,3774

Error	12	36,10	3,01
Total corregido	15	46,27	

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 muestra el análisis de varianza realizado para la variable altura de planta. El valor de probabilidad obtenido ($Pr > F_c = 0,3774$) fue superior al nivel de significancia de 0,05, indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Esto significa que las diferentes dosis de biol aplicadas no influyeron significativamente sobre la altura de las plántulas durante el periodo experimental.

Asimismo, el coeficiente de variación obtenido refleja una dispersión moderada de los datos, posiblemente asociada a diferencias individuales entre plantas y condiciones ambientales presentes dentro del vivero.

Tabla 6 Prueba de Tukey Altura

Tratamientos	Promedio (cm)	Significación
T2 (5 litros)	5,60	a
T3 (10 litros)	4,99	a
T1 (3 litros)	4,76	a
Testigo	3,42	a

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 correspondiente a la prueba de Tukey se observa que todos los tratamientos presentan la misma letra de significación (“a”), indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos. No obstante, el tratamiento T2 registró el mayor promedio de altura de planta, mostrando una tendencia favorable respecto a los demás tratamientos evaluados.

Diámetro del tallo

El diámetro de tallo promedio fue de 1.24 mm y varió desde 0.92 mm con el tratamiento 2 hasta 2.05 mm con el tratamiento 4.

Tabla 7 Diámetro del tallo (mm) de las tres dosis del Abono Biol aplicados durante el experimento

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1 (3 litros)	0,45	0,51	1,25	1,66	0,97
T2 (5 litros)	0,43	0,43	1,20	1,63	0,92
T3 (10 litros)	0,54	0,83	1,27	1,50	1,03
Testigo	0,44	0,54	0,66	1,18	0,70
PROMEDIO	0,47	0,58	1,10	1,49	0,90

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos para la variable diámetro del tallo en plántulas de *Euterpe precatoria* sometidas a diferentes dosis de biol. El tratamiento T3 correspondiente a 10 litros de biol presentó el mayor promedio con 1,03 mm, seguido del tratamiento T1 con 0,97 mm y T2 con 0,92 mm. El tratamiento testigo registró el menor promedio con 0,70 mm.

Los resultados evidencian una tendencia favorable en los tratamientos que recibieron aplicación de biol respecto al tratamiento sin fertilización, lo cual sugiere un posible efecto positivo del biofertilizante sobre el desarrollo estructural de las plántulas. El diámetro del tallo constituye una variable importante en especies forestales, debido a que refleja el vigor, resistencia y capacidad de adaptación de las plantas durante las primeras etapas de crecimiento.

Además el incremento observado en los tratamientos con biol podría estar relacionado con el aporte de nutrientes esenciales y microorganismos benéficos presentes en el fertilizante orgánico, favoreciendo el fortalecimiento vegetativo de las plántulas en vivero.

Tabla 8 *Análisis de varianza Diámetro de Tallo*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Tratamientos	3	0,23	0,08	0,64	0,602
Error	12	1,42	0,12		
Total corregido	15	1,65			

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8 presenta el análisis de varianza realizado para la variable diámetro del tallo. El valor de probabilidad obtenido ($Pr > Fc = 0,602$) fue superior al nivel de significancia de 0,05, indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Esto significa que las diferentes dosis de biol aplicadas durante el experimento no produjeron un efecto estadísticamente comprobable sobre el diámetro del tallo de las plántulas de *Euterpe precatoria*. Sin embargo, desde el punto de vista numérico, los tratamientos con aplicación de biol mostraron promedios superiores al tratamiento testigo.

La ausencia de diferencias significativas podría estar asociada al corto periodo de evaluación, al lento crecimiento inicial característico de la especie y a factores ambientales presentes dentro del vivero que influyeron en la variabilidad experimental.

Tabla 9 *Prueba de Tukey Diámetro de Tallo*

Tratamientos	Promedio (mm)	Significación
---------------------	----------------------	----------------------

T3 (10 litros)	1,03	a
T1 (3 litros)	0,97	a
T2 (5 litros)	0,92	a
Testigo	0,70	a

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 correspondiente a la prueba de Tukey se observa que todos los tratamientos presentan la misma letra de significación estadística (“a”), indicando que no existen diferencias significativas entre medias para la variable diámetro del tallo.

A pesar de ello el tratamiento T3 presentó el mayor promedio con 1,03 mm, mostrando una tendencia favorable respecto a los demás tratamientos evaluados. Por otro lado, el tratamiento testigo registró el menor promedio, lo que sugiere que la aplicación de biol podría contribuir positivamente al fortalecimiento del tallo en las plántulas de Asaí.

A pesar de las diferencias observadas deben interpretarse considerando la variabilidad experimental y el tiempo de evaluación, factores que pudieron limitar la expresión estadística de los tratamientos durante el estudio.

Ancho de hojas

El ancho de hoja promedio fue de 0.79 cm y varió desde 0.47 cm con el tratamiento 4 hasta 1.05 cm con el tratamiento 2.

Tabla 10 Ancho de hoja (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1 (3 litros)	0,35	0,38	1,31	1,68	0,93

T2 (5 litros)	0,39	0,48	1,48	1,88	1,06
T3 (10 litros)	0,54	0,46	0,57	1,25	0,70
Testigo	0,35	0,45	0,50	0,61	0,48
PROMEDIO	0,41	0,44	0,96	1,35	0,79

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10 muestra que el tratamiento T2 (5 litros de biol) presentó el mayor promedio en ancho de hoja con 1,06 cm, seguido del tratamiento T1 con 0,93 cm y T3 con 0,70 cm. El tratamiento testigo obtuvo el menor promedio con 0,48 cm. Estos resultados evidencian una tendencia favorable en las plantas tratadas con biol respecto al desarrollo foliar.

El mayor ancho de hoja podría estar relacionado con el aporte nutricional del biol, favoreciendo el crecimiento vegetativo y el desarrollo fisiológico de las plántulas. Sin embargo, las diferencias observadas deben interpretarse considerando las condiciones ambientales y la variabilidad natural de las plantas en vivero.

Tabla 11 Análisis de Varianza Ancho de hoja

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Tratamientos	3	0,78	0,26	0,92	0,4616
Error	12	3,42	0,28		
Total corregido	15	4,20			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se observa que el análisis de varianza para ancho de hoja no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, debido a que el valor de probabilidad ($Pr > Fc = 0,4616$) fue superior a 0,05. Esto indica que las dosis de biol evaluadas no influyeron significativamente sobre esta variable durante el periodo experimental.

Tabla 12 Prueba de Tukey Ancho de Hoja

Tratamientos	Promedio (cm)	Significación
T2 (5 litros)	1,06	a
T1 (3 litros)	0,93	a
T3 (10 litros)	0,70	a
Testigo	0,48	a

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 12 correspondiente a la prueba de Tukey muestra que todos los tratamientos presentan la misma categoría estadística (“a”), indicando ausencia de diferencias significativas entre medias. A pesar de ello, el tratamiento T2 presentó el mayor promedio, sugiriendo una posible tendencia favorable del biol sobre el desarrollo del ancho foliar.

Largo de hoja

El largo de hoja promedio fue de 3.94 cm y varió desde 3.38 cm con el tratamiento 4 hasta 4.59 cm con el tratamiento 2.

Tabla 13 Largo de hoja (cm) de las tres dosis del Abono Biol durante el experimento

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Promedio
T1 (3 litros)	2,20	3,06	4,11	5,38	3,69
T2 (5 litros)	2,37	3,43	5,46	7,12	4,59
T3 (10 litros)	2,20	3,05	5,05	6,10	4,10
Testigo	2,24	3,28	3,64	4,38	3,39
PROMEDIO	2,25	3,20	4,57	5,74	3,94

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 13 muestra que el tratamiento T2 presentó el mayor promedio de largo de hoja con 4,59 cm, seguido del tratamiento T3 con 4,10 cm y T1 con 3,69 cm. El tratamiento testigo registró el menor promedio con 3,39 cm. Estos resultados evidencian una tendencia favorable en las plantas tratadas con biol, especialmente en la dosis de 5 litros.

El crecimiento foliar constituye un indicador importante del desarrollo fisiológico de las plántulas, debido a su relación con la capacidad fotosintética y acumulación de biomasa. Por ello, el mayor desarrollo observado en los tratamientos con biol podría estar asociado al aporte de nutrientes y microorganismos benéficos presentes en el fertilizante orgánico.

Tabla 14 *Análisis de Varianza Largo de hoja*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > Fc
Tratamientos	3	3,31	1,10	0,43	0,7383
Error	12	31,07	2,59		
Total corregido	15	34,38			

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 14 presenta el análisis de varianza para la variable largo de hoja. El valor de probabilidad obtenido ($Pr > Fc = 0,7383$) fue superior al nivel de significancia establecido (0,05), indicando ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Esto sugiere que las diferentes dosis de biol no produjeron un efecto estadísticamente comprobable sobre el largo de hoja durante el tiempo de evaluación, aunque sí se observaron diferencias numéricas favorables en los tratamientos con aplicación de biol.

Tabla 14 Prueba de Tukey Largo de Hoja

Tratamientos	Promedio (cm)	Significación
T2 (5 litros)	4,59	a
T3 (10 litros)	4,10	a
T1 (3 litros)	3,69	a
Testigo	3,39	a

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla X correspondiente a la prueba de Tukey se observa que todos los tratamientos presentan la misma letra de significación estadística (“a”), indicando que no existen diferencias significativas entre medias. Sin embargo, el tratamiento T2 presentó el mayor promedio de largo de hoja, mostrando una tendencia favorable respecto a los demás tratamientos evaluados.

IX. DISCUSIÓN

Interpretación de los resultados morfológicos

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que las diferentes dosis de biol aplicadas al cultivo de Asaí (*Euterpe precatoria*) no produjeron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en las variables morfológicas evaluadas durante la etapa de vivero. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula (H_0), indicando que las dosis empleadas no generaron un efecto estadísticamente comprobable sobre la altura de planta, diámetro del tallo, ancho de hoja y largo de hoja durante el periodo experimental.

No obstante, desde el punto de vista numérico, algunos tratamientos presentaron promedios superiores respecto al tratamiento testigo, particularmente la dosis correspondiente a 5 litros de biol, la cual registró mayores valores en variables como altura de planta y dimensiones foliares. Sin embargo, dichas diferencias no alcanzaron significancia estadística, por lo que no es posible afirmar científicamente que el biol produjo un efecto determinante sobre el crecimiento de las plántulas de Asaí bajo las condiciones evaluadas.

Estos resultados coinciden parcialmente con lo señalado por INIA (2008), quienes indican que los biofertilizantes orgánicos favorecen progresivamente la actividad microbiológica del suelo y el estado nutricional de las plantas, aunque sus efectos suelen manifestarse de manera gradual y dependen de factores como el tiempo de evaluación, la especie vegetal, las condiciones ambientales y el manejo agronómico.

De igual manera, Rodríguez (2013) menciona que los fertilizantes orgánicos como el biol representan una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y estimular el crecimiento vegetal; sin embargo, su efectividad puede variar considerablemente según las características fisiológicas del cultivo y las condiciones de manejo. En especies forestales y amazónicas de crecimiento lento, las respuestas fisiológicas suelen observarse en periodos de evaluación más prolongados.

Asimismo, los resultados obtenidos presentan similitud con investigaciones desarrolladas en especies forestales tropicales, donde la aplicación de biofertilizantes no generó diferencias estadísticas significativas durante las primeras etapas de crecimiento debido al lento desarrollo fisiológico de las plántulas. En este sentido, Sánchez (2018) señala que los sistemas agroforestales amazónicos presentan dinámicas de crecimiento más lentas en comparación con cultivos agrícolas de ciclo corto, especialmente durante la fase inicial de establecimiento.

Por otra parte, la ausencia de diferencias estadísticas significativas podría estar relacionada con la variabilidad biológica propia de las plántulas de Asaí y las condiciones ambientales presentes en vivero. Factores como la humedad, temperatura, luminosidad y heterogeneidad del sustrato pueden influir directamente sobre el crecimiento vegetal, provocando respuestas variables entre unidades experimentales.

Influencia del tiempo de evaluación en *Euterpe precatoria*

Uno de los factores que posiblemente influyó en la ausencia de diferencias estadísticas significativas fue el tiempo de evaluación empleado durante el experimento. El estudio tuvo una

duración de 110 días, periodo que podría resultar insuficiente para evidenciar cambios fisiológicos notorios en una especie amazónica de crecimiento lento como *Euterpe precatoria*.

La literatura científica describe que *Euterpe precatoria* presenta un desarrollo inicial lento durante sus primeras etapas fenológicas. Diversos estudios indican que la germinación puede iniciar entre los 31 y 45 días después de la siembra bajo condiciones óptimas, aunque en algunos casos puede retrasarse hasta los 82 días dependiendo de las condiciones ambientales y del estado fisiológico de la semilla.

Asimismo, el pico de germinación suele alcanzarse entre los 100 y 120 días, llegando aproximadamente al 40–50% de emergencia, mientras que el proceso completo puede extenderse hasta los 150 días. Esto demuestra que gran parte del periodo experimental coincidió todavía con fases iniciales de establecimiento fisiológico de la especie.

En relación con la etapa de vivero, diversos antecedentes señalan que las plántulas de *Euterpe precatoria* requieren entre 120 y 150 días para alcanzar un desarrollo adecuado previo al trasplante definitivo. Durante este periodo, la planta prioriza principalmente el desarrollo radicular y foliar antes del incremento acelerado en altura y diámetro del tallo.

En este contexto, los 110 días de evaluación utilizados en la presente investigación posiblemente no fueron suficientes para captar completamente el efecto fisiológico del biol sobre las variables morfológicas estudiadas. Esta situación coincide con lo señalado por Rodríguez (2013), quien sostiene que los biofertilizantes orgánicos generan respuestas

progresivas y acumulativas en el crecimiento vegetal, especialmente en especies perennes y forestales.

Del mismo modo, INIA (2008) indica que los efectos de los fertilizantes orgánicos suelen evidenciarse con mayor claridad a mediano y largo plazo, debido a que los nutrientes liberados por los biofertilizantes requieren procesos biológicos de descomposición y mineralización antes de ser absorbidos completamente por las plantas.

Por ende, es probable que evaluaciones realizadas durante periodos más prolongados permitan detectar respuestas morfológicas más evidentes en el Asaí, particularmente en variables relacionadas con el crecimiento vegetativo y desarrollo estructural de la planta.

Variabilidad experimental y coeficiente de variación

Otro aspecto importante a considerar corresponde a los coeficientes de variación obtenidos en algunas variables evaluadas. Los valores elevados de coeficiente de variación indican la existencia de heterogeneidad experimental entre las unidades de estudio, situación que pudo influir en la detección de diferencias estadísticas significativas.

La alta variabilidad observada puede atribuirse a diferentes factores asociados a las condiciones de vivero y a las características biológicas propias de la especie. Entre estos factores se encuentran la variación genética de las semillas, diferencias en la capacidad de absorción de nutrientes, fluctuaciones microambientales de humedad y temperatura, así como la adaptación diferencial de las plántulas al sustrato utilizado.

Según Calzada (1982), en experimentos agrícolas y forestales realizados bajo condiciones de vivero es frecuente encontrar niveles moderados o altos de variabilidad debido a la influencia de factores ambientales difíciles de controlar completamente. Esta situación es aún más evidente en especies forestales amazónicas, donde el crecimiento inicial suele presentar respuestas fisiológicas heterogéneas.

Asimismo, Montgomery (2013) señala que el tamaño reducido de muestra puede disminuir la capacidad estadística de los análisis experimentales, limitando la detección de diferencias reales entre tratamientos. En la presente investigación se utilizaron 16 unidades experimentales, aspecto que posiblemente redujo la sensibilidad estadística del diseño experimental.

Por esta razón, futuros estudios podrían considerar un mayor número de repeticiones y un periodo experimental más amplio, con la finalidad de reducir la variabilidad y mejorar la precisión estadística de los resultados.

Comparación con otros estudios

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan similitudes y diferencias respecto a otros estudios relacionados con la aplicación de biofertilizantes orgánicos en cultivos tropicales y forestales.

Diversas investigaciones reportan que el uso de biol favorece el crecimiento vegetal debido a su contenido de nutrientes, microorganismos benéficos y compuestos bioactivos. Según Restrepo (2007), el biol actúa como un bioestimulante natural que mejora

progresivamente el vigor de las plantas, incrementando la disponibilidad de nutrientes y estimulando procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento.

Sin embargo, otros estudios señalan que los efectos del biol pueden variar dependiendo de la especie vegetal, la dosis aplicada, la frecuencia de aplicación y las condiciones ambientales. En especies forestales de crecimiento lento, las respuestas morfológicas suelen requerir periodos más largos para ser estadísticamente detectables.

De igual manera, investigaciones desarrolladas en viveros forestales tropicales evidencian que los fertilizantes orgánicos generan respuestas graduales sobre variables como altura y diámetro del tallo, especialmente cuando las plantas aún se encuentran en etapas juveniles tempranas.

En el caso específico de *Euterpe precatoria*, la información científica disponible aún es limitada, particularmente en relación con el uso de biofertilizantes orgánicos durante la etapa de vivero. Por ello, la presente investigación constituye un aporte importante para futuras investigaciones relacionadas con el manejo nutricional sostenible de esta especie amazónica.

A pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticas significativas, los resultados obtenidos permiten establecer una base experimental inicial sobre el comportamiento del Asaí frente a diferentes dosis de biol, contribuyendo al fortalecimiento de investigaciones orientadas al desarrollo sostenible y manejo agroforestal de especies amazónicas.

Limitaciones del estudio

Entre las principales limitaciones de la presente investigación se identifican el tiempo reducido de evaluación y el tamaño de la muestra experimental. El periodo de 110 días posiblemente resultó insuficiente para captar respuestas fisiológicas más claras en una especie de crecimiento lento como *Euterpe precatoria*.

Asimismo, el número reducido de unidades experimentales pudo limitar la capacidad estadística para detectar diferencias significativas entre tratamientos. Además, las condiciones ambientales propias del vivero, como la variabilidad de humedad y temperatura, pudieron influir sobre el desarrollo de las plántulas.

No obstante, la investigación aporta información relevante sobre el comportamiento inicial del Asaí bajo aplicaciones de biol y constituye una base para futuras investigaciones que consideren periodos de evaluación más extensos y un mayor número de repeticiones experimentales.

X. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación y el análisis estadístico realizado mediante ANVA y prueba de Tukey, se concluye que las diferentes dosis de biol aplicadas al cultivo de Asaí (*Euterpe precatoria* Mart.) no produjeron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) sobre las variables morfológicas evaluadas durante la etapa de vivero. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0).

En relación con la variable altura de planta, los tratamientos evaluados presentaron comportamientos similares durante el periodo experimental. Aunque algunos tratamientos registraron promedios numéricamente superiores, especialmente la dosis correspondiente a 5 litros de biol, dichas diferencias no fueron suficientes para establecer un efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento en altura de las plántulas.

Respecto al diámetro del tallo, no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los resultados obtenidos reflejan un crecimiento homogéneo entre las unidades experimentales, posiblemente asociado al lento desarrollo fisiológico característico de *Euterpe precatoria* durante sus primeras etapas de crecimiento.

En las variables ancho de hoja y largo de hoja tampoco se registraron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, algunos tratamientos presentaron mayores valores promedio respecto al tratamiento testigo, lo que sugiere una posible respuesta fisiológica inicial al biol, aunque insuficiente para ser comprobada estadísticamente bajo las condiciones del estudio.

La elaboración y aplicación del biol permitió implementar una alternativa orgánica de bajo costo para el manejo nutricional de las plántulas de Asaí, favoreciendo prácticas agrícolas sostenibles y reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos.

Asimismo, se concluye que el tiempo de evaluación de 110 días posiblemente resultó insuficiente para evidenciar respuestas morfológicas más claras frente a la aplicación del biol, debido al crecimiento lento característico de *Euterpe precatoria* durante sus primeras etapas de desarrollo. Diversos antecedentes bibliográficos señalan que esta especie puede requerir entre 120 y 150 días para alcanzar un desarrollo adecuado en vivero.

Otro factor que pudo influir en la ausencia de diferencias estadísticas significativas corresponde al tamaño reducido de la muestra experimental, debido a que el estudio contó únicamente con 16 unidades experimentales, limitando la capacidad estadística para detectar diferencias reales entre tratamientos.

A pesar de no encontrarse diferencias significativas, la presente investigación constituye un aporte importante para el conocimiento del manejo nutricional orgánico de *Euterpe precatoria* en vivero, proporcionando información base para futuras investigaciones relacionadas con el uso de biofertilizantes en especies amazónicas.

XI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar futuras investigaciones utilizando periodos de evaluación más prolongados, preferentemente superiores a 150 días, con la finalidad de captar de manera más precisa las respuestas fisiológicas y morfológicas de *Euterpe precatoria* frente a la aplicación de biofertilizantes orgánicos. Debido al crecimiento lento característico de esta especie amazónica, evaluaciones de mayor duración permitirán observar con mayor claridad los efectos acumulativos del biol sobre el desarrollo vegetativo de las plántulas.

Asimismo, se recomienda incrementar el número de unidades experimentales y repeticiones en futuros estudios, ya que un mayor tamaño de muestra contribuirá a mejorar la precisión estadística, disminuir el margen de error experimental y facilitar la detección de diferencias significativas entre tratamientos.

Se sugiere también evaluar diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación del biol, considerando aplicaciones foliares y edáficas, con el propósito de determinar dosis más eficientes para el crecimiento y desarrollo de *Euterpe precatoria* en vivero. Del mismo modo, sería importante comparar el efecto del biol con otros tipos de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes utilizados en sistemas agroforestales amazónicos.

Se recomienda incorporar nuevas variables de evaluación fisiológica y agronómica, tales como desarrollo radicular, biomasa fresca y seca, contenido de clorofila, número de hojas, porcentaje de supervivencia y absorción de nutrientes, con el objetivo de obtener una visión más integral sobre el comportamiento del cultivo frente a la fertilización orgánica.

Asimismo, se aconseja desarrollar investigaciones bajo diferentes condiciones ambientales y tipos de sustrato, debido a que factores como humedad, luminosidad, temperatura y composición del suelo pueden influir directamente en el crecimiento y respuesta fisiológica del Asaí.

También se recomienda fortalecer el manejo técnico de viveros mediante capacitaciones dirigidas a productores y comunidades locales sobre la elaboración y uso adecuado de biofertilizantes orgánicos, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos que puedan afectar el equilibrio ecológico de la región amazónica.

De igual manera, sería importante realizar investigaciones orientadas al comportamiento fitosanitario de *Euterpe precatoria*, considerando la identificación y evaluación de plagas y enfermedades durante la etapa de vivero y establecimiento en campo, con la finalidad de generar estrategias integrales de manejo sostenible del cultivo.

En conclusión, se recomienda continuar impulsando estudios relacionados con especies forestales amazónicas de importancia económica y ecológica, como *Euterpe precatoria*, debido a su potencial para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales en el departamento de Pando y otras regiones amazónicas de Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA

Abel, C. V. (2021). *EVALUACION DE UNA FORMULA DE BIOL EN LA PRODUCCION DE CACAO (Theobroma cacao L)*. Ecuador.

Barrera, P. R. (2018). Guía para la priorización participativa de especies forestales: Establecimiento y manejo de viveros en las comunidades Kichwas del Alto Napo.

Campo Verde y Castillo, (2015). Abonos orgánicos: una alternativa orgánica sustentable para la horticultura.

Cando y Malca, (2016). Residuos orgánicos para elaborar Biol. Proceso que transforma residuos orgánicos en abono que mejora el suelo, reduce la contaminación y contribuye a la agricultura sostenible.

Castaño Arboleda, N., & Cárdenas López, D. (2007). *Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables*. Bogotá, Colombia: Editorial Scripto.

CEDECO, (2005). Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José, Costa Rica

DE VIVEROS, M. A. (sf). PLANEACIÓN, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL VIVERO.

Delgado, (2018). Elaboración de fertilizante orgánico - proyecto UNAD.

Díaz, (2017). Efectos generales del biol sobre el crecimiento y la producción, esta mejora en el desarrollo vegetal podría favorecer indirectamente la polinización al generar plantas más sanas y vigorosas, que son más atractivas para los polinizadores.

Ganadería, D. G. (1991). *Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica*. San Jose, Costa Rica.

Guanopatin, M. (2012). Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*).

Garcia y Pinto (2015). Alternativas orgánicas para la horticultura.

Gorky Florez Castillo, C. N. (2021). Caracterización morfológica de *Euterpe precatoria* Mart. (huasaí) en dos tipos de bosque en el suroeste de la Amazonia peruana (Madre de Dios). *Fundacion DIALNET*, 70-84.

INIA. (2008). *Manual de Biol*. Mexico.

Inicio, P. K. (2019). Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L) variedad White Boston en Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

INIA (2005). Producción de biol: Abono líquido natural y ecológico (biol).

MEDINA, A. (1992). El Biol y Biosol en la Agricultura. Ed. Programa Especial de Energía. Cochabamba, Bolivia. p. 1-47.

Ramos, V. I. (2018). *INVESTIGACIÓN APLICADA PARA EL ESTUDIO DEL ACAÍ COMO CULTIVO ALTERNATIVO EN BENEFICIO DE LAS COMUNIDADES NATIVAS DE LA SELVA BAJA DEL PERÚ*. Lima.

Rivera, J. R. (2007). *BIOFERTILIZANTES PREPARADOS Y FERMENTADOS A BASE DE MIERDA DE VACA*. Cali.

Rodriguez, J. E. (2013). *Manual para productores organicos* . San Jose-Costa Rica.

Restrepo, J. (2001). *Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare*s. IICA. San José, Costa Rica.

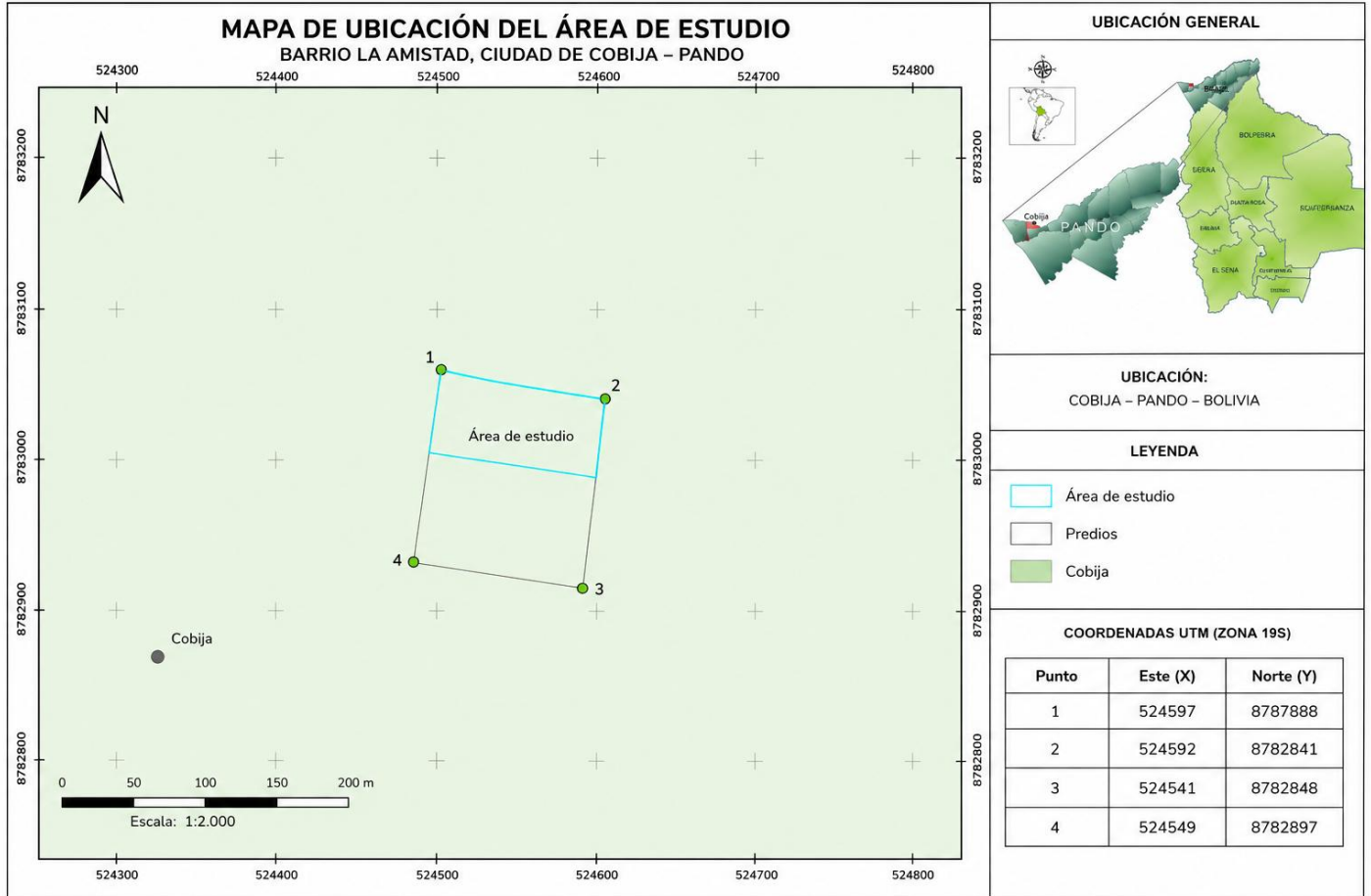
SANCHEZ, L. H. (2018). *EFEECTO DEL BIOL Y ESTIERCOL DE OVINO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO Y CRECIMIENTO DEL CACAO (Theobroma cacao L.) EN EL VIVERO FORESTAL DE LA FACULTAD DE R.N.R. - UNAS. TINGO MARIA*.

Varnero (2011). *procesos para la obtención de biol*.

Wong y Jiménez, (2009). *Aplicación de bioles o bioabonos*.

ANEXOS

Anexo 1 Localización y Delimitación Geográfica del Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia

Nota. Ubicación del área de la experimentación

Anexo 2 Construcción de vivero semi sombra



Fuente: Elaboración propia

Nota. Construcción del vivero semi sombra



Fuente: Elaboración propia

Nota. Delimitación de las unidades experimentales, dentro del vivero semi sombra

Anexo 3 Preparación de almaciguera



Anexo 4 Siembra





Fuente: Elaboración propia
Nota. Selección de semillas, germinación y pasado a bolsas



Fuente: Elaboración propia
Nota. Vista general del área experimental y comportamiento de las plántulas bajo diferentes dosis de biol

Anexo 5 Preparación de abono biol

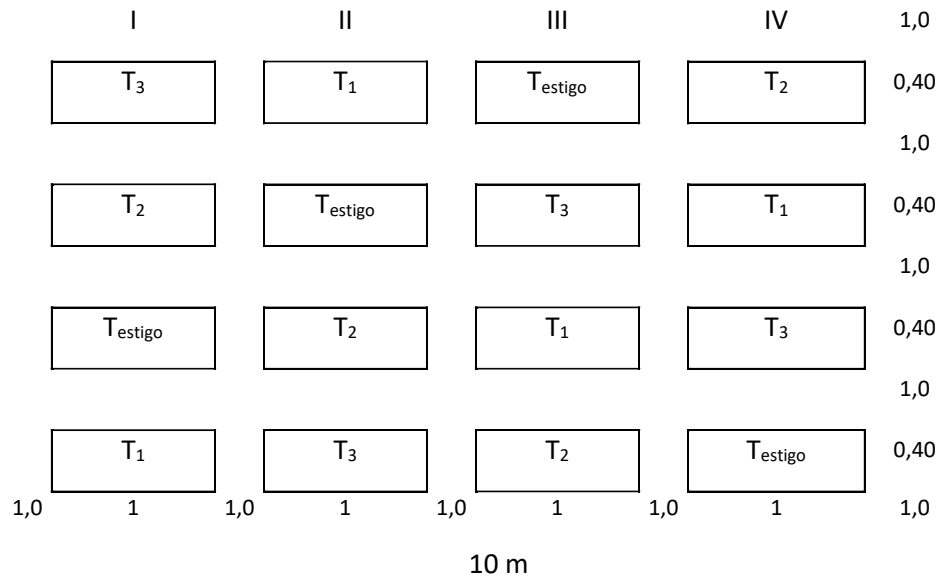


Fuente: Elaboración propia

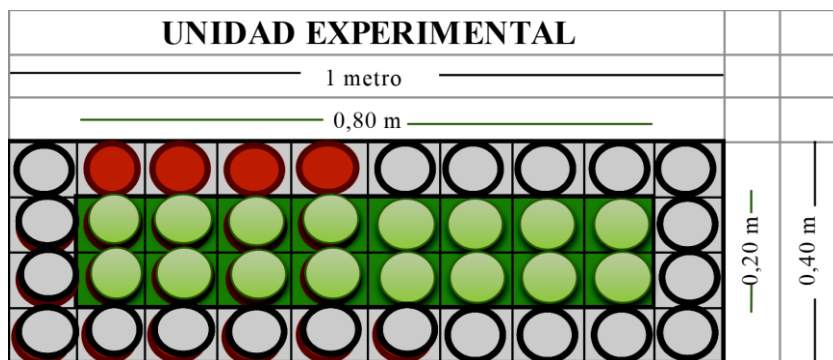
Nota. Elaboración del biol en el vivero del Barrio La Amistad, gestión 2025.



Anexo 6 Croquis del campo



Anexo 7 Diseño Unidad Experimental



Anexo 8 Toma de Datos



Fuente: Elaboración propia

Nota. Toma de datos durante el desarrollo experimental de las plántulas tratadas con biol.