



Esta obra está bajo una
[Licencia Creative Commons
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con
aplicación de fertilización soluble en bosque
seco intervenido del Huallaga Central, San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Wendy Paola Nuñez Rengifo

<https://orcid.org/0000-0002-8655-0673>

Asesor:

Dr. Guillermo Vásquez Ramírez

<https://orcid.org/0000-0002-3336-2396>

Tarapoto, Perú

2025



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Tesis

**Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con
aplicación de fertilización soluble en bosque
seco intervenido del Huallaga Central, San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

Autora:

Wendy Paola Nuñez Rengifo

Sustentado y aprobado el 10 de septiembre del 2025, ante el honorable jurado:



Presidente de Jurado

Dr. Williams Ramírez Navarro



Secretario de Jurado

Dr. Javier Ormeño Luna



Vocal de Jurado

Ing. M. Sc. José Carlos Rojas
García



Asesor

Dr. Guillermo Vásquez Ramírez

Tarapoto, Perú

2025



**Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados
y títulos N° 020-2025**

**Jurado reconocido con Resolución Decanal N° 015-2020-UNSM/FCA Facultad de Ciencias
Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía.**

A las 17:00 horas, del 10 de Setiembre del 2025, en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, inicio el acto público de sustentación del trabajo de investigación titulada: **"Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central, San Martín"** para optar el título profesional de **Ingeniero Agrónomo**, presentado por **Wendy Paola Nuñez Rengifo**, con la asesoría del **Dr. Guillermo Vásquez Ramírez**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por **Dr. Williams Ramírez Navarro** (presidente del jurado), **Dr. Javier Ormeño Luna** (secretario), **Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García** (vocal), y acompañado por el **Dr. Guillermo Vásquez Ramírez** (asesor); el presidente de jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución decanal N° **041-2020-UNSM/FCA**.

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor. Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto, sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según la Tabla N° 2 del Anexo 4.2 del RG - CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dirigida (17); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

Criterio	Graduación	Puntaje medio	Jurado 1	Jurado 2	Jurado 3
Aspectos preliminares sobre el informe (50%)					
Originalidad de la investigación.	Excelente		1	1	1
	Buena				
Claridad en la identificación del problema, hipótesis de trabajo y	Excelente		2		2
	Buena			1	



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTIN

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

**Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados
y títulos N° 020-2025**

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 18:50 horas, el mismo día, 10 de Noviembre de 2025.

Dr. Javier Ormeño Luna
Secretario del Jurado

Dr. William Ramírez Navarro
Presidente del Jurado

Ing. M. Sc. José Carlos Rojas García
Vocal del Jurado

Bach. Wendy Paola Nuñez Rengifo
Autor

Dr. Guillermo Vásquez Ramírez
Asesor

Declaratoria de autenticidad

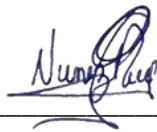
Wendy Paola Nuñez Rengifo, con DNI N° 70449915, egresado de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central, San Martín.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 10 de septiembre de 2025



Wendy Paola Nuñez Rengifo
D.N.I. 70449915

Ficha de identificación

<p>Título: Brotación de quinilla (<i>Manilkara bidentata</i>) con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central, San Martín.</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas Línea de investigación: Gestión integral y sostenible de los recursos naturales. Sublínea de investigación: Manejo y conservación de la biodiversidad Grupo de investigación: Genética, Biodiversidad y Biotecnología (Resolución N° 041-2020-UNSM-T/FCA/NLU) Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Wendy Paola Nuñez Rengifo</p>	<p>Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía https://orcid.org/0000-0002-8655-0673</p>
<p>Asesor: Dr. Guillermo Vásquez Ramírez</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía Unidad o Laboratorio Agronomía https://orcid.org/0000-0002-3336-2396</p>

Dedicatoria

A mi madre Paula Rengifo Pérez quien me brindó su amor y comprensión, a mi esposo Crhistoper Grández Valles quien es mi apoyo incondicional y a mis abuelos Artemidoro Rengifo Vásquez y Miguelina Pérez de Rengifo quienes son mi fuente de inspiración y fortaleza.

Agradecimientos

Al Instituto de Investigación de la UNSM, por el apoyo financiero mediante el concurso de proyectos de tesis de pregrado, periodo 2020, con resolución N° 438-2020-UNSM/CU-R.

Al Dr. Guillermo Vásquez Ramírez, por el asesoramiento brindado y regalarme su valioso tiempo, que permitieron la culminación del proyecto de tesis.

A los miembros del jurado que conformaron parte del proyecto de tesis: Dr. Williams Ramírez Navarro, Dr. Javier Ormeño Luna y Ing. M.Sc. José Carlos Rojas García, profesionales que formaron parte de mi vida universitaria y formación universitaria.

A mi alma mater, Universidad Nacional de San Martín por haberme albergado en sus aulas para mi formación académica, profesional y personal.

A los docentes de la facultad de ciencias agrarias, quienes han sido mis formadores y guías de mi formación profesional.

A mi esposo Crhistoper Grández Valles, por su apoyo incondicional en la realización del proyecto de tesis.

Al señor Rigoberto Isuiza por haber cedido su parcela para la realización del proyecto de tesis.

A Wheeler José Cruz Chavarry por su apoyo a la elaboración del análisis estadístico de la presente investigación.

A las personas que de alguna manera se sienten identificados en el presente trabajo de tesis.

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos	8
Índice general.....	9
Índice de tablas	12
Índice de figuras.....	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Fundamentos teóricos.....	22
2.2.1. Clasificación taxonómica de quinilla (<i>Manilkara bidentata</i>)	22
2.2.2. Características morfológicas y dendrológicas de Sapotaceae y de la <i>Manilkara bidentata</i>	22
2.2.3. Características del Árbol de Quinilla (<i>Manilkara bidentata</i>).....	23
2.2.4. Distribución de <i>Manilkara bidentata</i>	24
2.2.5. Características de la Leñosidad <i>Manilkara bidentata</i>	25
2.2.6. Usos y Beneficios	25
2.2.7. Vulnerabilidad de la especie <i>Manilkara bidentata</i>	27
2.2.8. Propagación de la especie	27
2.2.9. Área de conservación de quinilla (<i>Manilkara bidentata</i>) en San Martín ..	30
2.2.10. Importancia de la quinilla (<i>Manilkara bidentata</i>).....	31
2.2.11. Restauración de bosques tropicales	32
2.2.12. Fertilizantes solubles	32
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	34

3.1.1.	Contexto de la investigación	34
3.1.2.	Periodo de ejecución	34
3.1.3.	Autorizaciones y permisos.....	34
3.1.4.	Control ambiental y protocolos de bioseguridad	34
3.1.5.	Aplicación de principios éticos internacionales	35
3.2.	Sistema de variables.....	35
3.2.1.	Variables principales.....	35
3.2.2.	Variables secundarias	35
3.3.	Procedimientos de la investigación	36
3.3.1.	Caracterizar las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central	36
3.3.2.	Analizar el desarrollo y crecimiento de brotes en <i>Manilkara bidentata</i> con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central	37
3.3.3.	Determinar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble en el crecimiento, desarrollo e índice de contenido de clorofila en brotes de <i>Manilkara bidentata</i> en bosque seco intervenido del Huallaga Central	40
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		42
4.1.	Caracterización de las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central.....	42
4.2.	Análisis el desarrollo y crecimiento de brotes en <i>Manilkara bidentata</i> con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central	47
4.2.1.	Prueba de normalidad de datos.....	48
4.2.2.	Análisis de varianza y prueba de medias.....	49
4.2.3.	Número de hojas del brote más alto	50
4.2.4.	Altura del brote más alto (cm).....	50
4.2.5.	Diámetro basal del brote más alto (mm)	51
4.3.	Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble en el Índice de contenido de clorofila en <i>Manilkara bidentata</i>	54

4.3.1. Prueba de normalidad de las variables del Índice de contenido de clorofila	54
4.3.2. Análisis de la varianza y prueba de medias	55
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1 Variables interferentes.....	35
Tabla 2 Composición de las fuentes de fertilización soluble.....	38
Tabla 3 Tratamientos del proyecto	40
Tabla 4 Condiciones iniciales del suelo – Bloque 1.....	42
Tabla 5 Condiciones iniciales del suelo – Bloque 2.....	46
Tabla 6 Condiciones iniciales del suelo – Bloque 3.....	46
Tabla 7 Condiciones iniciales del suelo – Bloque 4.....	46
Tabla 8 Crecimiento y desarrollo de brotes en Manilkara bidentata con aplicación de fertilización soluble.	47
Tabla 9 Resultados de la prueba de normalidad para los datos de crecimiento y desarrollo.	48
Tabla 10 Análisis de varianza para la variable número de brotes.	49
Tabla 11 Análisis de varianza para la variable número de hojas del brote más alto....	50
Tabla 12 Análisis de varianza para la variable altura del brote más alto.	51
Tabla 13 Análisis de varianza para la variable diámetro basal del brote más alto.....	52
Tabla 14 Resultados de las evaluaciones de Índice de Contenido de Clorofila en los tocones.	54
Tabla 15 Resultados de la prueba de normalidad para los índices de contenido de clorofila.....	55
Tabla 16 Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 9:00 horas.	55
Tabla 17 Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 12:00 horas.	56
Tabla 18 Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 15:00 horas.	56

Índice de figuras

Figura 1 identificación de zonas con plantación de quinilla	36
Figura 2 Limpieza de material vegetal para la toma de muestra.	37
Figura 3 Zarandeo de suelo previo al análisis.	37
Figura 4 Selección de tocones para los tratamientos.	38
Figura 5 Pesaje de los fertilizantes.....	39
Figura 6 Evaluación de variables.	39
Figura 7 Evaluación del índice de contenido de clorofila (IC).	41
Figura 8 Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$): A) Numero de brotes; B) Número de hojas del brote más alto; C) Altura del brote más alto; D) Diámetro basal del brote más alto.	52
Figura 9 Grafica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$): A) Medición de ICC a las 09:00 horas; B) Medición de ICC a las 12:00 horas; C) Medición de ICC a las 15:00 horas.....	57
Figura 10 Mapa de ubicación del proyecto de investigación y georreferenciación de los tocones de quinilla	67
Figura 11 Resultado del análisis inicial del suelo	68
Figura 12 Ley de los resultados de análisis de suelos	69
Figura 13 Resultado del análisis foliar de proteínas (1)	70
Figura 14 Resultado del análisis foliar de proteínas (2).....	71
Figura 15 Resultado del análisis foliar de proteínas (3).....	72

RESUMEN

Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central, San Martín

La quinilla (*Manilkara bidentata*) crucial para la restauración y manejo sostenible de los bosques secos. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) mediante la aplicación de dosis de fertilizantes solubles en bosque seco intervenido del Huallaga Central. Se desarrolló en la provincia de Bellavista, sector San Miguel, el terreno experimental se instaló en 3 bloques, el experimento fue diseño de bloque completo aleatorizado (DBCA) con tres bloques y cuatro réplicas, esquema factorial 2 (tamaño del diámetro) x 5 (dosis de fertilizantes), resultando en 40 unidades experimentales. El análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables. Como resultado las características de las las condiciones iniciales del suelo mostraron un pH de 4.87 a 6.75, materia orgánica de 1.61 a 2.86%, nitrógeno de 0.07 a 0.13 ppm, fósforo de 4.80 a 14.60 ppm y potasio en condiciones normales y clase textural franco, franco arcilloso, franco limoso, franco arcillo arenoso. Los resultados indicaron que el aumento en la dosis de fertilización soluble tiene un efecto positivo en el desarrollo de brotes de quinilla. Los tratamientos con dosis más altas (T3, T4, T5 y T10) produjeron mayor número, altura, número de hojas y diámetro basal de los brotes comparado con las dosis más bajas, siendo el T10 el más efectivo en términos de número de brotes, altura y diámetro, y el T3 en número de hojas. El análisis del Índice de Contenido de Clorofila (ICC) mostró variabilidad significativa entre tratamientos y momentos del día, sin una relación clara entre la dosis de fertilización y el ICC. A las 9:00 horas, el T5 tuvo el promedio más alto (50.15), a las 12:00 horas también el T5 (49.39), y a las 15:00 horas el T9 (50.20), indicando variaciones notables.

Palabras clave: Brotes, Suelos degradados, fertilizantes, tratamientos, dosis.

ABSTRACT

Sprouting of quinilla (*Manilkara bidentata*) with application of soluble fertilization in a disturbed dry forest of the Central Huallaga, San Martín

The quinilla tree (*Manilkara bidentata*) is crucial for the restoration and sustainable management of dry forests. The objective of this study was to evaluate the sprouting of quinilla trees (*Manilkara bidentata*) through the application of soluble fertilizers in a dry forest in Central Huallaga. It was carried out in the province of Bellavista, San Miguel sector. The experimental plot consisted of three blocks, and the experiment was designed as a randomized complete block design (RCBD) with three blocks and four replicates, using a factorial scheme of 2 (diameter size) x 5 (fertilizer doses), resulting in 40 experimental units. Analysis of variance (ANOVA) was performed for all variables. As a result, the characteristics of the initial soil conditions showed a pH of 4.87 to 6.75, organic matter of 1.61 to 2.86%, nitrogen of 0.07 to 0.13 ppm, phosphorus of 4.80 to 14.60 ppm, and potassium under normal conditions and textural classes of loam, clay loam, silt loam, and sandy clay loam. The results indicated that increasing the dose of soluble fertilizer has a positive effect on the development of quinilla shoots. The treatments with higher doses (T3, T4, T5, and T10) produced a greater number, height, number of leaves, and basal diameter of the shoots compared to the lower doses, with T10 being the most effective in terms of number of shoots, height, and diameter, while T3 was the most effective in terms of number of leaves. Analysis of the Chlorophyll Content Index (CCI) showed significant variability between treatments and times of day, with no clear relationship between fertilization dose and CCI. At 9:00 a.m., T5 had the highest average (50.15), at 12:00 p.m. T5 also had the highest average (49.39), and at 3:00 p.m. T9 had the highest average (50.20), indicating notable variations.

Keywords: Shoots, Degraded soils, fertilizers, treatments, dosage.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Los bosques secos tropicales son ecosistemas raros y altamente amenazados, con menos del 5% de ellos persistiendo debido a la actividad humana. Se encuentran en regiones con lluvias breves seguidas de largas estaciones secas, y sus árboles están bien adaptados a estas condiciones. Se ubican en Sonora, México, el Gran Chaco, el Bosque Chiquitano de Bolivia, la Selva Lacandona de México, la costa del Pacífico de Ecuador y Perú, África sudoriental, Madagascar y Nueva Caledonia. Estos bosques son el hábitat de una amplia variedad de especies adaptadas al clima seco. Aunque cubren el 40% de los ecosistemas tropicales, han sido poco estudiados en comparación con los bosques húmedos y enfrentan amenazas significativas como la deforestación y la fragmentación por el desarrollo humano. Los esfuerzos de conservación son esenciales para proteger estos ecosistemas únicos (Poderes, 2019).

En Latinoamérica y el Caribe entre los más vulnerables del planeta, actualmente conservan apenas el 10% de su área original restante en varios países, según una investigación publicada en Science. Comparado con algunos bosques húmedos de la Amazonía, que conservan alrededor del 80%, esto es alarmante. Estos bosques albergan una notable diversidad, con 6,958 especies de árboles y un alto nivel de endemismo, con entre un 30 y un 73% de especies exclusivas en diferentes regiones. Áreas importantes de bosques secos se encuentran en Perú, Colombia y Ecuador, y son refugio de una amplia diversidad de fauna, entre la que se incluye monos, ciervos, felinos, loros, lagartos, roedores y aves. La actividad humana ha degradado fuertemente estos bosques, quedando menos del 5% de su extensión original a nivel global. Los expertos urgen a priorizar la conservación de estos ecosistemas únicos, estableciendo más áreas protegidas, especialmente en el contexto del cambio climático, para preservar las especies adaptadas a altas temperaturas y sequías prolongadas (Velez, 2016).

Asimismo, los bosques secos tropicales en Perú, ubicados principalmente en la costa norte y la región interandina en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y Amazonas, ocupan una superficie de aproximadamente 41.300 km² y limitan al este con los Andes y al sur con el desierto de Sechura. Estos bosques acogen una gran variedad de especies con un alto nivel de endemismo, incluyendo 6.958 especies de árboles en Latinoamérica y familias comunes como Fabaceae, Bignoniaceae, Moraceae, Apocynaceae y Sapindaceae. Lamentablemente, la actividad

humana ha degradado estos bosques, perdiendo aproximadamente el 70% de su superficie original en Perú y catalogados actualmente como "en peligro crítico". Estos ecosistemas son hogar de una gran variedad de fauna, incluyendo monos, ciervos, felinos, loros, lagartos, roedores y aves, y están amenazados por la deforestación, la expansión agrícola, la tala ilegal y los incendios forestales. Es crucial priorizar su conservación mediante la creación de más áreas protegidas para preservar su singular biodiversidad y los beneficios ecosistémicos que brindan (Linarez- Palomino et al., 2022).

En la Región San Martín, se ubican principalmente en los distritos de Bajo Biavo y Huallaga en la provincia de Bellavista, ocupan una superficie aproximada de 41.300 km². Estos bosques son hogar de una abundante variedad de especies con un alto nivel de endemismo, incluyendo 29 especies de pequeños mamíferos como marsupiales, roedores y murciélagos, siendo la familia Phyllostomidae la más diversa entre los murciélagos con 16 especies. Han sido fuertemente degradados por la división del hábitat y las alteraciones en el uso del terreno, y actualmente están amenazados, enfrentando el riesgo de desaparecer en sus condiciones originales. Estos bosques brindan hábitat a una gran variedad de fauna, incluidas especies endémicas, pero están amenazados por la deforestación, la expansión agrícola y el crecimiento de la población humana. Es crucial priorizar su conservación a través del establecimiento de nuevas áreas protegidas y la realización de estudios para comprender mejor su biodiversidad y dinámica (Britto, 2017).

La quinilla (*Manilkara bidentata*) se trata de un árbol autóctono del norte de Sudamérica, América Central y el Caribe, amenazado globalmente por la deforestación y la falta de semillas para reforestación. La propagación por semillas es limitada debido a bajas tasas de germinación. Sin embargo, la propagación vegetativa mediante esquejes enraizados en mini-túneles muestra ser prometedora. En Perú, un 75% de esquejes enraizaron usando arena media y 3000 ppm de ácido indolbutírico en mini-túneles tras 55 días. Se requiere sombra para mantener las condiciones adecuadas. La quinilla es valiosa en construcción, muebles, arcos musicales y como fuente de látex. La propagación vegetativa es clave para su conservación y restauración, con avances en técnicas de mini-túneles y reguladores de crecimiento (Vallejos-Torres et al., 2021).

Asimismo, Cervantes (2016), menciona que la quinilla (*Manilkara bidentata*) es una especie de árbol importante en los bosques estacionalmente secos de la región San Martín, Perú. Algunos detalles clave: La quinilla es una especie maderable que se emplea en la edificación de puentes, postes, suelos y vías ferroviarias. Sin embargo,

actualmente está en peligro de extinción a causa de la erosión genética y la agricultura itinerante, que restringen la disponibilidad de semillas. En la región San Martín, los bosques que contienen quinilla se encuentran principalmente en el valle del Huallaga Central. Estos bosques estacionalmente secos albergan una alta biodiversidad, siendo la quinilla la especie arbórea más importante. Existen iniciativas de conservación en la región, como el Área de Conservación Municipal (ACM) El Quinillal, que protege 10,557 hectáreas de estos bosques secos. Sin embargo, estas áreas aún enfrentan amenazas como la tala ilegal y la invasión de tierras. Investigaciones en el IIAP han evaluado técnicas de propagación vegetativa de la quinilla mediante el enraizamiento de estacas. El objetivo general: Evaluar la brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) mediante la aplicación de dosis de fertilizantes solubles en bosque seco intervenido del Huallaga Central y los objetivos específicos:

- Caracterizar las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central
- Analizar el desarrollo y crecimiento de brotes en *Manilkara bidentata* con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central
- Determinar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizantes solubles en el crecimiento, desarrollo e índice de contenido de clorofila en brotes de *Manilkara bidentata* en bosque seco intervenido del Huallaga Central.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Ayllon (2018), en su trabajo de investigación “Propagación de *Dipteryx odorata* a través de esquejes juveniles tratados con ácido indolbutírico en la Amazonía Peruana”. El propósito fue determinar la dosis óptima de ácido indol butírico (AIB) para maximizar los porcentajes de enraizamiento, la cantidad de callos, el conteo de raíces y la tasa de supervivencia de estaquillas juveniles de *Dipteryx odorata* (shihuahuaco). como metodología se trabajó con 120 estaquillas juveniles de *Dipteryx odorata*, utilizando un sustrato de arena gruesa y aplicando tres concentraciones de AIB (1000, 2000 y 3000 ppm) más un control. Las estaquillas de 6 cm de longitud y 2.5 mm de diámetro tenían tres folíolos, manteniendo la mitad de ellos para la fotosíntesis. Se aplicó un diseño aleatorio total que incluyó 4 tratamientos y 30 repeticiones. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$). La concentración de 3000 ppm proporcionó los mejores resultados, con un 70% de enraizamiento, un promedio de 1.33 callos por estaquilla, 1.2 raíces por estaquilla y una supervivencia del 80%. Concluyendo que la propagación de *Dipteryx odorata* es efectiva utilizando estaquillas juveniles de la sección media en un sustrato de arena gruesa y aplicando 3000 ppm de AIB, logrando así óptimos resultados en enraizamiento y supervivencia.

Macedo (2018), en su investigación “Propagación y Colonización de Hongos Micorríticos Arbusculares en *Manilkara bidentata* en el Bosque Húmedo Tropical de Macuya, Huánuco, Perú”. El propósito fue identificar y determinar la propagación y colonización de hongos micorríticos arbusculares (HMA) en las raíces de *Manilkara bidentata* (quinilla colorada) en el ecosistema de bosque húmedo tropical de Macuya, Huánuco, Perú. En cuanto a la metodología se utilizaron muestras de suelo y raíces de 15 árboles de *Manilkara bidentata* en dos fases, la primera fase del estudio se llevó a cabo en campo, donde se georreferenciaron los árboles y se recolectaron muestras de suelo a 20 cm de profundidad en las proyecciones de la copa, orientadas hacia los puntos cardinales, junto con las raíces más delgadas. La segunda fase se realizó en el laboratorio, donde se identificaron y evaluaron las esporas y el nivel de colonización de los hongos micorríticos arbusculares (HMA). Se identificaron 8 géneros y 12 especies de HMA en el suelo, incluyendo *Acaulospora lacunosa*, *Acaulospora longula*, *Acaulospora morrowlae*, *Acaulospora scrobiculata*, *Claroideoglossum claroideum*, *Diversispora lutea*,

Diversispora spurca, *Entrophospora infrequens*, *Glomus ambisporum*, *Paraglomus occutum*, *Redeckera pubescens* y *Rhizogloium fasciculatum*. El número de esporas varió entre 44 y 156 por cada 20 g de suelo, y el nivel de colonización de las raíces fue bajo, situándose entre el 4.2 % y el 18 %. Se concluyó que la diversidad de HMA hallada en las raíces de *Manilkara bidentata* en el bosque húmedo tropical de Macuya indica una relación simbiótica con estas especies Ríos, Acuña, Valenzuela *et al.* (2019), en su investigación “Supervivencia y características de rebrotes en tocones de dos años de cultivos dendroenergéticos”, tuvo como objetivo analizar la supervivencia y las características del rebrote en tocones de cuatro especies dendroenergéticas: *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus denticulata*, *Eucalyptus nitens* y *Acacia dealbata*, en tres densidades de plantación (5,000 árboles/ha, 10,000 árboles/ha y 15,000 árboles/ha). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en tres ubicaciones (Parcelas Collipulli, La Aguada y Pipilco Abajo). Se evaluó el porcentaje de supervivencia y las características del rebrote de cada tocón. “Las variables especie, densidad de plantación y sitio de siembra afectaron los parámetros analizados. La densidad de plantación afectó el diámetro y altura de los rebrotes dominantes de tipo proventicio en las cuatro especies estudiadas”. *Eucalyptus nitens* presentó la mayor tasa de supervivencia de tocones (97 %) en Pipilco Abajo, con un 79 % de supervivencia de rebrotes a una densidad de 5,000 árboles/ha. No obstante, a una densidad de 15,000 árboles/ha, la supervivencia de los rebrotes cayó al 29 %. Por su parte, *Acacia dealbata* es reconocida por su habilidad para colonizar, pero en La Aguada mostró bajas tasas de supervivencia de tocones (19 % y 18 % para densidades de 5,000 y 10,000 árboles/ha, respectivamente) y de rebrotes (57 % y 63 %, respectivamente). En contraste, *Eucalyptus globulus* demostró altas tasas de supervivencia tanto de tocones como de rebrotes en todos los lugares evaluados, considerándose una opción muy favorable para mejorar el sistema de monte bajo.

Hernández *et al.* (2019), en su trabajo intitulado “Reactivación del crecimiento de árboles de navidad de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco mediante fertilización química” el estudio llevado a cabo en Huayacocotla, Veracruz, México, tuvo como objetivo evaluar el impacto del nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y micronutrientes en la reactivación del crecimiento de brinzales de *Pseudotsuga menziesii*, cuatro años después de su establecimiento. Se aplicaron diferentes fuentes y dosis de fertilizantes: 0.0 y 16.0; 0.0 y 16.5; y 0.0 y 17.0 gramos por árbol de urea, superfosfato triple de calcio y sulfato de potasio, respectivamente. En cuanto a los micronutrientes, se utilizó el producto comercial Sagaquel combi® en dosis de 0.0 y 3.0 mililitros por árbol. Los resultados indicaron que ni el nitrógeno ni los micronutrientes tuvieron un efecto significativo, dado

que su deficiencia resultó ser mínima para la planta. En contraste, la aplicación de fósforo aumentó el diámetro basal, aunque este aumento no fue significativo. Por su parte, el potasio mostró un incremento significativo en la biomasa de las acículas, siendo los tratamientos que favorecieron una mayor retención de acículas aquellos que incluyeron nitrógeno, fósforo y potasio, o una combinación de estos nutrientes.

Vallejos et al. (2021) en su trabajo de investigación "Propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. utilizando mini-túneles en la región amazónica de Perú, mediante Estacas en Mini-Túneles en la Amazonía Peruana". tuvo como propósito evaluar la propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* (quinilla), un árbol neotropical amenazado, utilizando estacas enraizadas en mini-túneles para superar la reducida tasa de germinación de sus semillas. En cuanto a la metodología, se seleccionaron áreas forestales en tres localidades de la provincia de Picota y dos de Bellavista para recolectar brotes epicórmicos de tocones. Las estacas se trataron con Ácido 3-indol butírico (IBA) en concentraciones de 0, 3000 y 6000 ppm y se colocaron en tres mini-túneles, cada uno con tres bandejas de crecimiento y 16 estacas por bandeja, sumando un total de 144 estacas. los resultado mostraron que después de 55 días, la mezcla de 50% de área foliar y 3000 ppm de IBA resultó en las mejores tasas de formación de raíces (75 %), número de raíces (3.88), longitud de raíces (3.26 cm) y porcentaje de brotación (94 %). Concluyendo que la técnica de mini-túnel se presenta como una técnica eficiente para la clonación, el rescate y la conservación del germoplasma de *Manilkara bidentata*, proporcionando una solución viable a los desafíos de propagación de esta especie amenazada.

Cervantes (2016), en su trabajo "Evaluación de la Propagación Vegetativa de (*Manilkara bidentata*) bajo Condiciones Controladas". El propósito fue evaluar cómo diferentes tipos de sustrato y las dosis de ácido 3-indol butírico (AIB) impactan el enraizamiento de estacas juveniles de quinilla (*Manilkara bidentata*) mediante el uso de cámaras de subirrigación. Se realizó un diseño experimental completamente aleatorio con parcelas divididas, que abarcó doce tratamientos combinando tres tipos de sustrato y cuatro dosis de AIB. Cada tratamiento se replicó cuatro veces y se utilizó un total de seis estacas por unidad experimental. Durante un período de 30 días, se monitoreó el enraizamiento de las estacas para determinar su viabilidad. Resultando que, se alcanzó un promedio del 83% de enraizamiento utilizando arena de grano medio como sustrato y una concentración de 0.8% de AIB. observando que la selección adecuada del sustrato y la dosis de AIB influyeron significativamente en la capacidad de las estacas para enraizar de manera efectiva. Concluyendo que la propagación vegetativa de *Manilkara bidentata* mediante estacas juveniles se mostró efectiva bajo condiciones controladas en cámaras

de subirrigación. La combinación óptima de sustrato y AIB es crucial para mejorar el éxito del enraizamiento. Asimismo, se recomienda el uso de sombreado sobre los propagadores para regular la exposición solar y mantener condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, facilitando así el desarrollo inicial de las estacas en el entorno de vivero.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Clasificación taxonómica de quinilla (*Manilkara bidentata*)

Según ITIS (2020), la clasificación taxonómica de quinilla es:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

Infrakingdom: Streptophyta

Superdivision: Embriofita

División: Traqueofita

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Superorden: Asteranae

Orden: Ericales

Familia: Sapotaceae

Género: *Manilkara* Adans.

Especies: *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev.

2.2.2. Características morfológicas y dendrológicas de Sapotaceae y de la *Manilkara bidentata*

Gomez (2023), refiere que la familia Sapotaceae es conocida por sus características siguientes:

Hábito vegetativo: Son árboles o arbustos que contienen látex en sus ramas y, a veces, en la corteza del tronco.

Hojas: Simples, enteras y comúnmente agrupadas en falsas rosetas en la parte terminal de las ramas; presentan estípulas que caen rápidamente.

Flores: Pueden ser solitarias o agrupadas en inflorescencias fasciculares, situadas en las axilas de las hojas o, en algunos casos, directamente sobre las ramas. Son hermafroditas, raramente unisexuales, pequeñas y aromáticas. El cáliz tiene entre 4 y 12 sépalos distribuidos en dos verticilos, libres o fusionados en la base. La corola tiene la misma cantidad de pétalos que de sépalos, dispuestos en un solo verticilo y unidos en la base. El androceo cuenta con tantos estambres como lóbulos de la corola,

opuestos a ellos. El gineceo posee un ovario súpero con numerosos carpelos y un estilo único.

Frutos: Los frutos son bayas carnosas o coriáceas que alcanzan hasta 12 cm de diámetro, y en raras ocasiones, son drupáceos con un endocarpo cartilaginoso. Las semillas son grandes, lisas, de color marrón brillante, con una testa dura y un hilo pálido, más rugoso que la testa. Al madurar, el endosperma oleaginoso se pierde.

Distribución : La familia se distribuye principalmente en zonas tropicales de todo el mundo, con 53 géneros y cerca de 1100 especies. Se encuentran en América desde USA hasta Argentina, las Antillas, Bahamas, trópicos del Viejo Mundo.

Importancia económica : Varias especies de esta familia son de importancia económica por su madera, sus frutos comestibles, el aceite de sus semillas o el látex que se obtiene de sus troncos. Ejemplos incluyen el árbol del chicle (*Manilkara zapota*), el zapote o mamey (*Pouteria sapota*), el árbol de argán (*Argania spinosa*), la quinilla (*Manilkara bidentata*).

Saavedra (2023), menciona que, *Manilkara bidentata*, conocida comúnmente como quinilla, balata o massaranduba, es un árbol perenne perteneciente a la familia Sapotaceae. Originaria de las regiones tropicales de América Latina, este árbol se encuentra predominantemente en la Amazonía, así como en áreas circundantes como Centroamérica y algunas islas del Caribe.

2.2.3. Características del Árbol de Quinilla (*Manilkara bidentata*)

Mori (2021), refiere que es, es un árbol de gran tamaño que puede llegar a medir hasta 35 metros de altura y 90 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Su corteza, de color marrón a gris, presenta hendiduras verticales y puede desprenderse en placas rectangulares. La corteza interna es rojiza, y al hacer un corte emana un látex blanquecino y viscoso.

Las hojas, en su mayoría, son estrechamente oblanceoladas, aunque pueden variar hacia formas elípticas, obtusas o redondeadas con ápices abruptamente cortos. Tienen una longitud de entre 6 y 30 cm, y un ancho de 3 a 12 cm. Son glabras desde el inicio y presentan un color verde o ligeramente rojizo en el envés. Los pecíolos tienen entre 1.5 y 4 cm de largo. (López, 2021)

Las flores se presentan en grupos de 3 a 10, con pedicelos glabros de unos 1.5 a 3 cm de longitud. Los sépalos miden entre 5 y 6 mm de largo, y la corola alcanza de 5 a 7 mm, con un tubo considerablemente más corto que los estrechos lóbulos. Los apéndices son casi del mismo tamaño y ancho que los lóbulos de la corola, y algunos o todos son

profundamente bífidos o trífidos, a menudo de forma irregular. Los estaminodios tienen entre 1.5 y 3 mm de largo, mientras que las anteras miden alrededor de 1.8 a 2.5 mm.

El fruto tiene forma globosa o elipsoide-globosa, de color amarillo-rojizo, liso o ligeramente rugoso, pero no harinoso, con una longitud de 2.5 a 3.5 cm.

Las semillas son de color marrón oscuro o negro, con una superficie brillante.

La corteza es rica en látex, una sustancia lechosa que se utiliza en la producción de gomas y resinas. Este látex se obtiene mediante incisiones en la corteza y se coagula para formar una goma elástica. Además de su uso industrial, el látex ha sido utilizado tradicionalmente en medicina popular para tratar diversas dolencias, debido a sus propiedades medicinales.

Tiene un sistema radicular extenso y profundo que le proporciona una gran estabilidad y le permite acceder a nutrientes y agua desde capas profundas del suelo. Esto es crucial para su supervivencia en los suelos pobres de los bosques tropicales (López, 2021).

Posee un sistema radicular extenso y profundo que le proporciona una gran estabilidad y le permite acceder a nutrientes y agua desde capas profundas del suelo, lo cual es crucial para su supervivencia en los suelos pobres de los bosques tropicales.

Los plantones y árboles jóvenes son tolerantes a la sombra, lo que les permite crecer bajo el dosel de otros árboles más altos. Los frutos comestibles atraen a una variedad de animales frugívoros, que ayudan en la dispersión de las semillas a través de sus excrementos, facilitando la regeneración del bosque (López, 2021).

2.2.4. Distribución de *Manilkara bidentata*

Herrera (2023), sostiene que se distribuye ampliamente en las selvas tropicales húmedas de América Latina. Es común en la cuenca del Amazonas, y también se encuentra en países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, y en algunas regiones de Centroamérica y el Caribe.

Por otro lado Macedo (2019), refiere que se encuentra en la región tropical de América, y en Perú está presente en los departamentos de Loreto, Ucayali y San Martín, a altitudes por debajo de los 700 msnm. Se desarrolla en formaciones ecológicas de bosques secos y húmedos tropicales, principalmente en suelos bajos a lo largo de las riberas de los ríos, donde suele formar rodales predominantemente puros. Esta especie está asociada con plantas como *Guarea sp.*, *Ficus sp.*, *Cecropia sp.*, *Calycophyllum spruceanum*, *Hura crepitans*, *Aniba sp.*, entre otras.

Asimismo, la quinilla es una especie que se distribuye desde México hasta la parte norte de América del Sur, incluyendo países como Brasil, Colombia, Guyana, Guayana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela. Se desarrolla a altitudes que oscilan entre los 30 y 1000 m.s.n.m., en climas tropicales húmedos y extremadamente húmedos. Habita en bosques primarios de tierra firme y en regiones con inundaciones ocasionales dentro de la Amazonía, (Rivera-Martin et al., 2013).

2.2.5. Características de la Leñosidad *Manilkara bidentata*

Baez (2014), refiere lo siguiente :

Densidad : La madera de *Manilkara bidentata* es altamente densa, lo que le confiere una gran resistencia y durabilidad. Esta densidad es tan elevada que la madera no flota en el agua, lo que es una característica distintiva de muchas especies de madera dura..

Textura y Acabado : La madera es conocida por su buena calidad para el corte y el encolado, aunque se requiere un taladrado previo debido a su dureza. El acabado de la madera es excelente, lo que la hace adecuada para aplicaciones en muebles y construcción.

Ritidoma : El tronco de *Manilkara bidentata* es cilíndrico y presenta un ritidoma (corteza externa) de color marrón-gris a oscuro o rojizo, con fisuras profundas que forman placas alargadas regulares. Esta característica es común en varias especies del género *Manilkara*.

Usos : La madera se emplea en diversas aplicaciones, incluyendo la fabricación de muebles, pisos y estructuras de construcción. También se emplea en la lutería para la fabricación de arcos de instrumentos musicales, como violines.

2.2.6. Usos y Beneficios

2.2.6.1. Madera

Durabilidad: La madera de *M. bidentata* es extremadamente dura, pesada y resistente a la humedad y a los ataques de insectos. Esto la hace ideal para la construcción de estructuras que requieren una alta durabilidad como puentes, postes, pisos, y mobiliario de exterior.

Aspecto: La madera tiene un color marrón rojizo y un grano fino, lo que la hace atractiva para la ebanistería y la fabricación de muebles finos (Herrera, 2023).

2.2.6.2. Goma

De la corteza de *M. bidentata* se extrae una goma natural conocida como balata, similar al caucho, utilizada tradicionalmente para hacer chicle y otros productos industriales.

2.2.6.3. Biodiversidad

M. bidentata juega un papel esencial en la ecología de los bosques tropicales. Sus frutos proporcionan alimento a diversas especies de animales, incluidos mamíferos, aves e insectos, promoviendo así la dispersión de semillas y la regeneración del bosque (Herrera, 2023).

Aguirre (2015) refiere que la *Manilkara bidentata*, beneficia significativamente la biodiversidad al facilitar hábitats y refugios para diversas especies, creando microclimas favorables. Su alta tolerancia a la sombra facilita la regeneración natural, crucial para mantener la biodiversidad y recuperar áreas degradadas. Contribuye a la diversidad genética, esencial para la adaptación y resiliencia del ecosistema, aunque está en riesgo por la reducción de su hábitat y la tala de árboles. Produce valiosos recursos naturales, como látex y madera, incentivando su conservación económica. Sus frutos apoyan las cadenas alimentarias locales, mejorando la interacción y diversidad de especies. Además, regula el ciclo del agua y conserva el suelo, previniendo la erosión y manteniendo la salud del ecosistema.

2.2.6.4. Conservación del Suelo

La estructura del árbol y su denso sistema radicular contribuyen a mantener la estabilidad del suelo y a evitar la erosión, contribuyendo al mantenimiento de la integridad del ecosistema (Herrera, 2023).

Mori (2021), menciona que la *Manilkara bidentata*, beneficia significativamente la conservación del suelo al estabilizarlo y prevenir la erosión mediante su sistema radicular profundo y vigoroso. Sus hojas y residuos orgánicos mejoran la fertilidad de la tierra, formando humus y enriqueciendo con nutrientes esenciales. Además, regula el ciclo del agua, facilitando la infiltración y retención, crucial en áreas secas. Fomenta un ambiente propicio para la vida microbiana y otros organismos del suelo, mejorando su estructura y su habilidad para conservar agua y nutrientes. Su tolerancia a la sombra permite la regeneración natural y la coexistencia de diversas especies vegetales.

2.2.6.5. Explotación

Debido a la alta demanda de su madera, *M. bidentata* ha sido explotada intensivamente, lo que ha llevado a una disminución en sus poblaciones en algunas áreas. La explotación sostenible y la reforestación son esenciales para garantizar la conservación de esta especie (Herrera, 2023).

Aguirre (2015) menciona que *Manilkara bidentata*, se explota principalmente por su látex y madera. El látex, obtenido de la savia del árbol, se utiliza en lutería y para cubrir pelotas de golf, ofreciendo ingresos sostenibles si se maneja adecuadamente. La madera,

valorada por su densidad y durabilidad, es ideal para construcción y muebles. Sin embargo, la explotación presenta desafíos ambientales; la extracción sostenible de látex es viable, pero la tala indiscriminada para madera ha causado deforestación y pérdida de hábitat. Aunque la población de la especie es estable y no está en peligro de extinción, es esencial monitorear y aplicar prácticas de manejo forestal sostenible.

2.2.7. Vulnerabilidad de la especie *Manilkara bidentata*

Vallejos-torres et al. (2021), sostiene que, en la zona de San Martín, especialmente el valle del Huallaga Central, ha sido señalado anteriormente como un área con un alto potencial para el desarrollo y crecimiento agronómico en Perú. Actualmente, la construcción de la carretera Marginal de la Selva, que atraviesa el hábitat de los bosques estacionalmente secos donde se encuentran diecinueve especies entre ellas *Manilkara bidentata*, debido a esto ha acelerado la materialización de estas perspectivas agrícolas. Como resultado, Los bosques estacionalmente secos de Tarapoto están en constante peligro debido a la expansión de la agricultura, la formación de asentamientos humanos, la deforestación, la quema de bosques, la agricultura migratoria y la ganadería, entre otras actividades. Como resultado, estos bosques han sufrido una reducción significativa y ahora se encuentran principalmente en laderas empinadas, donde es más difícil llevar a cabo actividades agrícolas y económicas.

2.2.8. Propagación de la especie

Damiano (2019), argumenta que *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev. presenta semillas con una baja tasa de germinación, que oscila entre el 10% y el 20%, y un tiempo de germinación de aproximadamente 40 a 60 días. Las semillas sometidas a tratamientos de germinación, como el almacenamiento a temperatura ambiente y a 4 °C en diferentes tipos de envases (botellas, sacos, etc.) durante varios intervalos de tiempo, no lograron germinar, alcanzando un 0% de germinación. En contraste, las semillas sembradas directamente en el suelo lograron una tasa de germinación del 60%. Las plántulas, en su primer año, pueden alcanzar una altura de hasta 12 cm. Después de cinco años, pueden crecer hasta 4.5 metros de altura. Las condiciones óptimas para su desarrollo incluyen factores como la calidad del suelo, la cantidad de agua disponible y la adecuada exposición a la luz solar. Un manejo adecuado de las condiciones ambientales puede influir significativamente en el éxito del proceso de germinación y el crecimiento de las plántulas.

Mori (2021), recomienda sembrar las semillas en hojarascas húmedas, ya que estas no pueden emerger correctamente del suelo por sí solas. Además, se sugiere realizar un tratamiento de escarificación mediante abrasión y remojo en agua durante medio día

para mejorar la germinación. Las semillas expuestas directamente al sol presentan un desarrollo superior en comparación con aquellas sembradas en condiciones de sombra. El periodo de permanencia de las plántulas en el vivero no debe exceder un año, ya que después de este tiempo, la raíz pivotante puede convertirse en un problema significativo. Para optimizar el proceso de germinación y el crecimiento inicial de las plántulas, es esencial manejar adecuadamente tanto las condiciones de siembra como los tratamientos pre-germinativos. Asimismo, las plántulas requieren un seguimiento continuo para asegurar que las condiciones ambientales sean las óptimas, favoreciendo así su crecimiento saludable y vigoroso.

2.2.8.1. Propagación Sexual

Huinga (2022), menciona que la propagación sexual implica el uso de semillas para generar nuevas plantas. Este método es natural y mantiene la diversidad genética de la especie, lo cual es crucial para la adaptabilidad y la tolerancia a enfermedades y plagas.

2.2.8.2. Producción y Recolección de Semillas

Las semillas de *Manilkara bidentata* se recolectan de frutos maduros que generalmente caen del árbol de forma natural. Es esencial seleccionar semillas de árboles saludables, preferiblemente de aquellos que han demostrado buen crecimiento y producción de frutos, para asegurar una alta tasa de germinación. La recolección debe hacerse en la temporada en la que los frutos están completamente maduros para garantizar que las semillas estén en su mejor estado de desarrollo (Huinga, 2022).

2.2.8.3. Tratamiento de Semillas

Las semillas de *Manilkara bidentata* a menudo requieren tratamientos pre-germinativos para mejorar su tasa de germinación. La escarificación es uno de los métodos más comunes. Este proceso implica la abrasión o ruptura mecánica de la capa externa dura de la semilla para facilitar la absorción de agua. Métodos de escarificación pueden incluir el uso de papel de lija, limas o incluso inmersión en ácido sulfúrico diluido por un período controlado de tiempo. Otro método utilizado es la inmersión en agua caliente, donde las semillas se sumergen en agua a una temperatura específica y luego se dejan enfriar lentamente (Huinga, 2022).

2.2.8.4. Propagación por Brotes

Cervantes (2016) refiere que la propagación vegetativa de quinilla (*Manilkara bidentata*), es una alternativa viable para su reproducción debido a la reducida tasa de germinación de sus semillas y la amenaza de extinción que enfrenta. Se ha investigado el uso de estacas y tratamientos con ácido indolbutírico (IBA) en diferentes

concentraciones y sustratos para mejorar el enraizamiento, logrando hasta un 83% de éxito con arena media y 0.8% de IBA. Experimentos en mini-túneles controlados han demostrado tasas de enraizamiento del 75% con 3000 ppm de IBA y 50% de área foliar, obteniendo un promedio de 3.88 raíces por cada estaca y una longitud promedio de 3.26 cm, lo que muestra un buen desarrollo radicular lo que indica que estas técnicas son prometedoras para la conservación y reforestación de la especie.

Avella y Rodríguez (2005), en su estudio presenta resultados claves sobre la propagación de varias especies maderables en la Amazonía colombiana. Para el aceituno (*Vitex* sp.), el mejor tratamiento es la inmersión en Hormonagro (5000 ppm) durante 15 minutos y posteriormente sembrar en un sustrato compuesto de suelo, arena y aserrín, logrando un 97-100% de éxito. El palisangre (*Brosimum rubescens*) logra un 30% de desarrollo radicular con estacas de 2-4 cm inmersas en hormonas (5000 ppm) y sembradas en sustratos adecuados. La quinilla (*Manilkara bidentata*) alcanza un 40% de desarrollo radicular sin auxinas y en sustrato de suelo, arena y aserrín. El ensayo de oje (*Ficus insipida*) fue interrumpido por hongos, y el acapú (*Minquartia guianensis*) mostró potencial para propagación asexual a largo plazo. La regeneración natural es más efectiva para palisangre y acapú, la propagación vegetativa para aceituno y la sexual para quinilla. El proyecto impulsó la identificación de métodos eficaces de propagación y motivó a la comunidad indígena a desarrollar proyectos sostenibles.

2.2.8.5. Germinación y Establecimiento

Una vez tratadas, las semillas deben ser sembradas en sustratos adecuados que ofrezcan un buen drenaje y retención de humedad. Se recomienda el uso de una mezcla de tierra de jardín, arena y compost en partes iguales. Las semillas deben ser sembradas a una profundidad de aproximadamente 1-2 centímetros y mantenidas en condiciones óptimas de humedad y temperatura. La humedad es fundamental durante el proceso de germinación, por lo que resulta necesario mantener el sustrato constantemente húmedo, pero no encharcado, para evitar la pudrición de las semillas. La temperatura ideal para la germinación de *Manilkara bidentata* suele estar entre 25 y 30 grados Celsius (Huinga, 2022).

Durante el establecimiento de las plántulas, es importante protegerlas de la luz solar directa intensa, ya que pueden ser sensibles a la radiación ultravioleta en sus primeras etapas de desarrollo. Se recomienda utilizar mallas de sombreado para gestionar la intensidad de la luz. Una vez que las plántulas hayan desarrollado un sistema radicular robusto y al menos un par de hojas verdaderas, se pueden trasplantar a su ubicación

definitiva. Durante este proceso, se debe tener cuidado de no dañar las raíces. El establecimiento exitoso de plántulas también depende de un adecuado régimen de riego y fertilización. Es fundamental proporcionar nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio para promover un crecimiento saludable. Además, se debe monitorizar regularmente las plántulas para detectar signos de enfermedades o plagas y tomar medidas preventivas o correctivas oportunas (Huinga, 2022).

2.2.9. Área de conservación de quinilla (*Manilkara bidentata*) en San Martín Llatas (2020), considera que la quinilla (*Manilkara bidentata*) es un árbol tropical de gran importancia ecológica, económica y medicinal en la región de San Martín, Perú. Ecológicamente, contribuye a la biodiversidad del bosque tropical, proporcionando hábitat y alimento para diversas especies de fauna. Económicamente, su madera es muy apreciada en la industria maderera por su durabilidad y resistencia. Medicinalmente, las comunidades locales utilizan diferentes partes del árbol para tratar diversas afecciones, aprovechando sus propiedades curativas. Para conservar esta especie amenazada, se han implementado varias estrategias, como la creación de áreas naturales protegidas para preservar los bosques donde crece la quinilla, proyectos de reforestación que incluyen su siembra y la de otras especies nativas, programas de educación ambiental para las comunidades locales que destacan su importancia y la promoción de prácticas de manejo forestal sostenible que permiten su aprovechamiento sin comprometer su supervivencia a largo plazo. Estas iniciativas buscan asegurar la conservación de la quinilla, una especie clave para el ecosistema y de gran valor para las comunidades de la región.

Es crucial reconocer y poner en relieve el esfuerzo llevado a cabo por algunos gobiernos locales en San Martín, que han impulsado la creación de 32 iniciativas de conservación municipal. Dos de estas iniciativas abarcan bosques tropicales estacionalmente secos: el Área de Conservación Municipal (ACM) El Quinillal y el ACM Pucamarca-Ledoy. Estas áreas, especialmente el ACM El Quinillal, deberían servir como ejemplos para establecer zonas de conservación con categorías que brinden mayor estabilidad y fomenten una participación más activa del gobierno local y regional, así como de otras entidades como el INRENA, con el fin de erradicar o al menos mitigar los serios problemas de tala ilegal e invasión de tierras que afectan constantemente a estas ACM.

Aparte de los bosques protegidos por los ACM previamente mencionados, las áreas más conservadas y representativas de los bosques tropicales en la región de San Martín se hallaron al este de Juanjuí, en zonas cercanas a Nueva Unión y al sureste de Ledoy, dentro de la provincia de Bellavista, (García-Villacorta, 2009).

2.2.10. Importancia de la quinilla (*Manilkara bidentata*)

Zárate (2020), refiere que es una de las maderas comerciales más duras y visualmente atractivas en San Martín, debido a su textura fina que recuerda a la del árbol de caoba. Esta madera resulta muy efectiva para trabajos de perforación, tiene un rendimiento aceptable al cepillar y no es muy recomendable para el torneado. Además, sufre complicaciones durante el secado al aire, ya que puede cuartearse y deformarse de manera significativa si se seca con demasiada rapidez.

García (2022), menciona que, esta especie resistente a termitas de la madera seca, como *Cryptotermes brevis*, y muestra una notable resistencia a las termitas subterráneas, incluyendo *Coptotermes niger*, *Heterotermes convexinotatus*, *H. tennis* y *Nasutitermes corniger*, aunque es vulnerable a la polilla marina. Además, tolera adecuadamente problemas fúngicos, como la pudrición blanca y parda, y presenta una buena durabilidad al estar en contacto con el suelo.

El látex que se obtiene de esta especie se utiliza para fabricar artesanías que se venden a los turistas, lo que genera ingresos para la comunidad local. En cuanto a la madera de esta especie, se emplea en diversos usos, como la construcción de pisos, postes, chapas decorativas, instrumentos musicales y estructuras pesadas, como barcos y muelles, entre otros (García, 2022).

2.2.10.1. Importancia Ecológica

Biodiversidad: es un componente esencial de los bosques tropicales, proporcionando hábitat y sirve como nutrición para una amplia gama de especies de fauna, abarcando aves, mamíferos e insectos. Su presencia contribuye a la complejidad y resiliencia del ecosistema forestal.

Conservación del Suelo: las raíces profundas de la quinilla ayudan a prevenir la erosión del suelo, mejorando su estructura y fertilidad. Esto es crucial para mantener la salud del bosque y la productividad agrícola en áreas circundantes. (Zárate, 2020)

2.2.10.2. Importancia Económica

Industria Maderera: es muy valorada debido a su resistencia, durabilidad y estética atractiva. Se utiliza en la elaboración de muebles, suelos y en proyectos de construcción de embarcaciones. Su explotación, sin embargo, debe ser manejada de manera sostenible para evitar la sobreexplotación.

Productos Forestales No Maderables: Además de la madera, la quinilla proporciona productos como látex y resinas, que tienen aplicaciones industriales y comerciales, aumentando su valor económico (Zárate, 2020).

2.2.10.3. Importancia Medicinal

Usos Tradicionales: las comunidades locales han utilizado partes de la quinilla en la medicina tradicional durante generaciones. La corteza, hojas y resina se emplean para tratar afecciones como infecciones, problemas digestivos y enfermedades de la piel.

Investigación Científica: se han comenzado a explorar las propiedades farmacológicas de la quinilla, identificando compuestos con potenciales beneficios para la salud que podrían ser desarrollados en medicamentos modernos (Zárate, 2020).

2.2.11. Restauración de bosques tropicales

La restauración de los bosques tropicales en la Provincia de San Martín es crucial por varias razones.

Estos bosques son únicos en Perú debido a su posición geográfica, ya que se encuentran aislados en el lado oriental de la región Andina. Este aislamiento permite estudiar el origen de estos ecosistemas y la evolución de las especies endémicas que los habitan (Aguirre, 2015).

Asimismo, estos bosques tropicales constituyen el único hábitat en Perú donde se pueden desarrollar e investigar diversas especies de flora importantes, tales como *Erythroxylum lucidum* (Erythroxylaceae), *Mosannonna raymondi* (Annonaceae) y *Croton glabellus* (Euphorbiaceae).

La construcción de la carretera marginal de la Selva, aunque mejora la comunicación y el transporte para las comunidades, también transforma los hábitats de estos bosques tropicales en áreas vulnerables y amenazadas por la actividad humana. Además, estos bosques complementan a los más secos y estudiados de las zonas costeras de Perú, como Tumbes y Piura, así como en el valle del Marañón.

La expansión de estos bosques en San Martín es fundamental para la regulación climática y la pluviometría, factores que han estado afectando a varias localidades del Huallaga Central, entre ellas Tarapoto, la ciudad con mayor dinamismo comercial de la zona (Aguirre, 2015).

2.2.12. Fertilizantes solubles

Tapia (2024), describe que, consiste en la aplicación de nutrientes disueltos en agua, facilitando una rápida absorción por las raíces de las plantas. Esta técnica es especialmente útil durante la brotación, ya que asegura la disponibilidad inmediata de nutrientes en el momento crítico en que la planta los requiere para un desarrollo óptimo.

2.2.12.1. Tipos de Fertilizantes Solubles

a) Nitrógeno (N):

- **Función:** Promueve el crecimiento vegetativo, aumentando la producción de hojas y tallos. Es crucial durante la brotación, ya que las plantas necesitan una gran cantidad de nitrógeno para desarrollar su estructura vegetativa.
- **Formas comunes:** Nitrato de amonio, urea, nitrato de calcio. (Tapia, 2024)

b) Fósforo (P):

- **Función:** Es fundamental para el desarrollo de raíces y flores. El fósforo participa en la circulación de energía dentro de la planta, lo que resulta fundamental para la producción de raíces fuertes y un buen desarrollo de flores y frutos.
- **Formas comunes:** Fosfato monoamónico, fosfato diamónico. (Tapia, 2024).

c) Potasio (K):

- **Función:** Mejora la resistencia de la planta a enfermedades y estrés abiótico (como sequía y salinidad). El potasio controla el equilibrio de agua en la planta y participa en la síntesis de proteínas y azúcares.
- **Formas comunes:** Sulfato de potasio, nitrato de potasio. (Tapia, 2024)

Además, López-Avendaño et al. (2023), refiere que, la fertilización soluble, posee una rápida absorción de nutrientes por las raíces, lo que resulta en una respuesta inmediata en el crecimiento y salud de las plantas. Permite una dosificación precisa, optimizando el uso de fertilizantes y reduciendo costos. Esta técnica mejora el crecimiento al proporcionar nutrientes solubles de manera uniforme, favoreciendo el desarrollo de un sistema radicular fuerte y una estructura vegetativa robusta, lo que incrementa la calidad y la productividad de los cultivos. También, asegura una distribución consistente de nutrientes a través de los sistemas de riego, garantizando una población de plantas homogénea y saludable. Siendo fáciles de integrar en sistemas de riego, reduciendo el esfuerzo y tiempo necesarios, y son adaptables a diversas formas de cultivo, como campo abierto, invernaderos y sistemas hidropónicos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Bellavista, sector San Miguel. El terreno experimental se instaló en 3 bloques, donde previamente existían sembríos de maíz, plátano, arroz y cacao. También existía una importante extensión de bosque donde predominaba la quinilla.

a) Ubicación política

Distrito : Bellavista
Provincia : Bellavista
Departamento : San Martín
País : Perú

b) Ubicación geográfica

Latitud sur :7°04'01"
Latitud Oeste :76°35'05"
Altitud :287 m.s.n.m.m.

Zona de vida: bs - T

3.1.2. Periodo de ejecución

El trabajo de investigación se ejecutó en un período de 6 meses, iniciado el 19 de julio del 2020 con la aprobación del proyecto de tesis mediante la resolución N° 041-2020-UNSM-T/FCA/NLU. Las actividades en campo empezaron el 15/08/2020 y finalizaron el 31/12/2020 con las últimas evaluaciones del índice de clorofila.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

No aplica.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Debido al estado de emergencia declarado durante el desarrollo de esta tesis, se cumplieron estrictamente los protocolos de bioseguridad establecidos por el Estado peruano para prevenir el contagio y la propagación del Covid-19. Además, esta investigación no implicó daños al medio ambiente; por el contrario, su propósito fue evaluar factores que permitieran la conservación de los árboles de quinilla frente al proceso de expansión agrícola que afectó a la provincia de Bellavista.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

La presente investigación respetó los principios éticos generales de la investigación: totalidad/integridad, respeto a las personas, respeto al ecosistema, beneficencia y justicia.

3.2. Sistema de variables

En el estudio sobre la brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con la aplicación de fertilización soluble en un bosque seco intervenido del Huallaga Central, San Martín, se analizaron varias variables dependientes, tales como el contenido de clorofila, el número de brotes, el número de hojas del brote más alto, la altura y el diámetro basal del brote más alto. La variable independiente fue el diámetro del tocón, dividido en dos categorías: 5-12 cm y 15-20 cm.

3.2.1. Variables principales

Variable independiente

- Diámetro del tocón (5 - 12 y 15 - 20 cm).
- Diámetro del tocón (5 - 12 y 15 - 20 cm).

b. Variable dependiente

- Índice de contenido de clorofila en hojas.
- Numero de brotes.
- Numero de hojas del brote mas alto.
- Altura del brote mas alto.
- Diámetro basal del brote mas alto.

3.2.2. Variables secundarias

Tabla 1

Variables interferentes

Meses 2020	Temperatura (°C)		Precipitación mensual (mm)	Fotoperiodo (Horas)	Humedad relativa (%)	Radiación Solar (kWh/m ² por día)
	Mínima	Máxima				
Agosto	18.5	33.6	49.3	12	78.3	5,5
Setiembre	19.1	34.1	70.3	12	85	6,5
Octubre	20.1	34	86.7	12	80	4,5
Noviembre	20.6	33.9	107.6	12.5	90	5,5
Diciembre	20.7	33,8	79.7	12.5	90	3,5 4,5

Nota: *Normales climatológicas* (Senamhi, 2024).

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Caracterizar las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central

3.3.1.1. Identificación de zonas con presencia de plantaciones de quinilla *M. bidentata*

Para identificar las zonas con plantaciones de quinilla, se llevó a cabo un estudio preliminar que permitió mapear las áreas afectadas y determinar las zonas vulnerables. Posteriormente, se establecieron los parámetros de investigación y se coordinó con los propietarios de los terrenos involucrados, garantizando así la accesibilidad para el desarrollo del estudio.



Figura 1
identificación de zonas con plantación de quinilla

3.3.1.2. Muestreo de suelo

Se realizaron cuatro muestreos de suelo en puntos estratégicos del área de estudio, siguiendo un patrón de zigzag. Se tomaron nueve muestras simples a 30 cm de profundidad, limpiando la superficie y cavando hoyos cuadrados de 30 x 30 cm. Las muestras se combinaron en tres muestras compuestas, que fueron empaquetadas, etiquetadas y enviadas a la Universidad Nacional de San Martín para su tamizado, antes de ser enviadas al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) para su análisis de caracterización.



Figura 2
Limpieza de material vegetal para la toma de muestra.



Figura 3
Zarandeo de suelo previo al análisis.

3.3.2. Analizar el desarrollo y crecimiento de brotes en *Manilkara bidentata* con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central

3.3.2.1. Selección de tocones para tratamiento

En Bellavista se llevó a cabo la identificación y caracterización de tocones en varias parcelas mediante un muestreo aleatorio estratificado, sin considerar su estado de afectación. Se evaluarán diversos parámetros, como el diámetro a 5 cm sobre el suelo (5CMD), el número de brotes (NS), el diámetro basal de los brotes (BDTS) y la altura del brote más alto (HTS). Para estandarizar las evaluaciones, se realizaron cortes uniformes en los tocones, registrando además el origen de los brotes. Esta metodología permitió una evaluación precisa y uniforme de las características de los tocones.



Figura 4
Selección de tocones para los tratamientos.

3.3.2.2. Preparación y aplicación de fertilización soluble

En la Universidad Nacional de San Martín, se preparó una mezcla soluble específica para los tratamientos, aplicándose dos veces por semana (miércoles y sábados) según las dosis indicadas. La solución nutritiva se ajustó a una salinidad máxima de 2,5 ms cm^{-1} y un pH de 5,5, siguiendo las recomendaciones de Xavier et al. (2013). Se controló la conductividad eléctrica (CE) para que no superara 4,0. Se utilizaron atomizadores de distintos colores para diferenciar las dosis, aplicando la mezcla en las primeras horas de la mañana para optimizar su eficiencia.

Tabla 2

Composición de las fuentes de fertilización soluble

Fuente	Caldo (g/20L)
Fosfato diamónico ($\text{NH}_3 \text{ 2HPO}_4$)	40
Nitrato de amonio (NH_4NO_3)	10
Sulfato de potasio (K_2SO_4)	15
Sulfato de magnesio (MgSO_4)	25
Nitrato de calcio ($\text{Ca} (\text{NO}_3)_2$)	8
Ácido bórico (H_3BO_3)	6
Sulfato de cobre (CuSO_4)	1
Sulfato de ferroso (FeSO_4)	0.5
Sulfato de manganeso (MnSO_4)	0.1

Nota: Elaboración Propia



Figura 5
Pesaje de los fertilizantes.



Figura 6
Evaluación de variables.

Se realizaron las evaluaciones de los tratamientos detallados en las Tablas 3 y 4 durante tres meses posterior al inicio de los primeros brotes, ese evaluó: número de brotes, número de hojas del brote más alto, altura del brote más alto y diámetro basal del brote más alto. Todos los datos recopilados fueron procesados para su análisis correspondiente, tal como se describe en los resultados.

Tabla 3*Descripción de las combinaciones de los tratamientos*

Factores	Tipo de factor	Niveles de factores
A	Diámetro del tocón (cm)	a ₁ = 5-12 a ₂ = 15-20 b ₁ = 0 b ₂ = 50
B	Dosis de fertilización soluble (ml) ml	b ₃ = 100 b ₄ = 150 b ₅ = 200

*Nota: Elaboracion Propia***Tabla 4***Tratamientos del proyecto*

Tratamientos	combinaciones	Diámetro de tocón (cm)	Fertilizante (ml)
T ₁	a ₁ b ₁	5--12	0
T ₂	a ₁ b ₂	5--12	50
T ₃	a ₁ b ₃	5--12	100
T ₄	a ₁ b ₄	5--12	150
T ₅	a ₁ b ₅	5--12	200
T ₆	a ₂ b ₁	15--20	0
T ₇	a ₂ b ₂	15--20	50
T ₈	a ₂ b ₃	15--20	100
T ₉	a ₂ b ₄	15--20	150
T ₁₀	a ₂ b ₅	15--20	200

Nota: Elaboracion Propia

3.3.3. Determinar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble en el crecimiento, desarrollo e índice de contenido de clorofila en brotes de *Manilkara bidentata* en bosque seco intervenido del Huallaga Central

La evaluación del índice de clorofila se realizó en el último mes del estudio, durante las dos últimas semanas, en tres horarios: 9:00 am, 12:00 pm y 3:00 pm. Se midieron 5 hojas de la parte media del brote más alto de las cuales se tomaron 6 muestras con el SPAD en 6 partes de cada hoja, se realizó un promedio y se obtuvo resultados promediados, posteriormente fueron procesados.



Figura 7
Evaluación del índice de contenido de clorofila con SPAD (IC).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central

Este trabajo de investigación caracteriza el suelo del bosque seco intervenido del Huallaga Central. A través de un diseño experimental con un testigo y tres bloques independientes, se evaluaron las condiciones físicas y químicas del suelo, ofreciendo una visión completa de su estado inicial.

La tabla 5 muestra que el suelo es fuertemente ácido ($\text{pH} < 5.5$), lo que limita la disponibilidad de nutrientes y afecta el crecimiento vegetal. La baja conductividad eléctrica indica baja salinidad, y la ausencia de carbonatos refleja escasez de caliza. Tanto la materia orgánica como el nitrógeno son bajos, lo que restringe el rendimiento de los cultivos. El fósforo es moderado y el potasio muy alto, favoreciendo el desarrollo de las plantas. El suelo es franco arcilloso con fertilidad moderada, pero la alta saturación de aluminio afecta su calidad.

Sanchez (2021) y Cervantes (2016) coinciden en la importancia de la caracterización de los suelos del Huallaga Central para optimizar el cultivo como las Sapotaceae y la *Manilkara bidentata*. Destaca que este análisis es clave para adaptar las especies al tipo de suelo, gestionar la fertilidad, prevenir problemas de drenaje y compactación. Cervantes, por su parte, subraya la alta fertilidad y productividad de los suelos aluviales de la región, cuya textura y pH favorecen el crecimiento de *Manilkara bidentata*, aunque advierte de problemas de drenaje y la erosión que afectan la calidad del suelo.

Tabla 5*Condiciones iniciales del suelo – Bloque 1.*

Bloque	pH	C.E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	% Saturación de bases	% Saturación de aluminio
Testigo	4.87	0.24	< 0.3	1.61	0.07	14.60	81	40.24	26.28	33.48	Franco arcilloso	68.5	13.1

Nota: Laboratorio - Instituto de Cultivos Tropicales ICT (2020)

La Tabla 6 muestra que el suelo es fuertemente ácido, lo que limita la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento vegetal. La conductividad eléctrica es baja, sin problemas significativos de salinidad. El bajo contenido de carbonato de calcio refleja la ausencia de alcalinidad. La materia orgánica es adecuada (2,72%) para especies forestales. El nitrógeno y el fósforo son bajos, mientras que el potasio es moderado, favoreciendo la síntesis de proteínas. El suelo tiene una textura franco arcilloso arenoso con un 73,6% de saturación de bases, lo que indica una moderada presencia de calcio, magnesio, potasio y sodio.

Tabla 6*Condiciones iniciales del suelo – Bloque 2.*

Bloque	pH	C.E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	% Saturación de bases	% Saturación de aluminio
Bloque 1	5.27	0.15	< 0.3	2.72	0.12	6.00	124	49.24	20.28	30.48	Franco arcillo arenoso	73.6	3.0

Nota: Laboratorio - Instituto de Cultivos Tropicales ICT (2020)

Macedo (2018) y Garcia (2009) Factores clave para el cultivo óptimo de *Manilkara bidentata* equilibradas variables de precipitación, prácticas solares sostienen el Huallaga Central incluyen suelos francos arcillo arenosos, que equilibran aireación, drenaje y retención de agua, favoreciendo el desarrollo de raíces y la disponibilidad de nutrientes. Las condiciones climáticas con temperaturas entre 24°C y 26°C, y precipitaciones variables según la altitud, son ideales para climas cálidos y húmedos. La alta humedad relativa, suelos bien drenados y ricos en

materia orgánica también benefician el crecimiento. Se recomienda proteger los cultivos del viento, elegir sitios con buena exposición solar y aplicar prácticas sostenibles para preservar los ecosistemas locales.

Tabla 7

Condiciones iniciales del suelo – Bloque 3.

Bloque	pH	C.E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	% Saturación de bases	% Saturación de aluminio
Bloque 2	5.68	0.15	< 0.3	2.84	0.13	5.40	90	46.24	29.28	24.48	Franco	82.5	0.0

Nota: Laboratorio - Instituto de Cultivos Tropicales ICT (2020)

La Tabla 7 indica que el suelo es fuertemente ácido, lo que limita la disponibilidad de nutrientes y afecta el crecimiento vegetal. La baja conductividad eléctrica y el bajo contenido de carbonato de calcio reflejan la ausencia de problemas de salinidad y alcalinidad. La materia orgánica es adecuada (2,84%) para el crecimiento forestal. Aunque los niveles de nitrógeno y fósforo son bajos, el potasio es moderado, lo que favorece la síntesis de proteínas y la regulación de estomas. El suelo franco, con un buen equilibrio de arena, limo y arcilla, permite un buen drenaje y retención de agua. La alta saturación de bases (82,5%) asegura una buena retención de nutrientes esenciales.

Tanto la FAO (2021) como Linares-Palomino et al. (2022), coinciden en que los suelos con textura franca son ideales para el cultivo de *Manilkara bidentata* (quinilla) en el Huallaga Central. La FAO destaca que estos suelos equilibran el drenaje y la retención de humedad, previniendo encharcamientos y asegurando agua durante las épocas secas. Linares-Palomino et al. agregan que estos suelos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje, pH cercano a la neutralidad y buena aireación, son favorables para el cultivo, aunquen que la deforestación amenaza estas características. Ambos estudios subrayan la importancia de prácticas sostenibles para mantener la fertilidad del suelo y garantizar el éxito del cultivo de la quinilla.

Tabla 8

Condiciones iniciales del suelo – Bloque 4.

Bloque	pH	C.E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textural	% Saturación de bases	% Saturación de aluminio
--------	----	----------------	--------------------------	-----------	----------	------------	----------	--------------	-------------	----------------	-------------------	--------------------------	-----------------------------

Bloque 3	6.75	0.4	< 0.3	2.86	0.13	4.80	184	37.24	50.28	12.48	Franco limoso	100.0	0.0
----------	------	-----	-------	------	------	------	-----	-------	-------	-------	---------------	-------	-----

Nota: Laboratorio - Instituto de Cultivos Tropicales ICT (2020)

La Tabla 8 muestra que el suelo tiene un pH casi neutro, con baja conductividad eléctrica, lo que descarta problemas de salinidad. El bajo contenido de carbonato de calcio indica la ausencia de alcalinidad. La materia orgánica es adecuada (2,86%) para especies forestales. Los niveles de nitrógeno y fósforo son bajos, mientras que el potasio es moderado, favoreciendo la síntesis de proteínas. El suelo, de textura franco limosa, ofrece buen drenaje y retención de agua. La saturación de bases es alta (100%), garantizando una excelente capacidad para retener nutrientes esenciales como calcio, magnesio y potasio.

Cremona y Enriquez (2020) y Bonilla-Segovia et al. (2021), los análisis de suelo son fundamentales para mejorar la gestión agrícola, permitiendo a los agricultores detectar deficiencias de nutrientes, desequilibrios de pH y problemas estructurales, lo que facilita la aplicación de medidas correctivas antes de la siembra. Esto optimiza el rendimiento y promueve la salud del suelo a largo plazo. Asimismo, Bonilla-Segovia et al. Destacan que los análisis proporcionan información detallada sobre los nutrientes, lo que permite crear programas de fertilización más precisos, reducir costos, evitar el uso excesivo de insumos y minimizar el impacto ambiental, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles.

De la misma manera, Núñez et al. (2020) y Del Águila (2012) los análisis de suelo son esenciales para optimizar la producción agrícola, permitiendo a los agricultores evaluar el potencial productivo de sus tierras y planificar nuevos cultivos al conocer las propiedades físicas y químicas del suelo, como la textura, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. Esto garantiza una producción estable y sostenible a largo plazo. Del Águila destaca que los análisis de suelo son cruciales para la brotación de ***Manilkara bidentata*** (quinilla) en el bosque seco, ya que permiten identificar las necesidades de fertilización y evaluar el pH, vital para la disponibilidad de nutrientes.

Linares-Palomino et al. (2022), refiere que en esta zona, ubicada entre 191 y 527 m s. n. m., con precipitaciones anuales entre 1164 y 1433 mm y una temperatura promedio de 26 °C, presenta un clima estacionalmente seco que condiciona la dinámica del suelo y la vegetación. Los suelos muestran alta variabilidad en fertilidad, desde áreas naturalmente más productivas (como los de Cumbaza) hasta suelos ácidos, poco profundos y de baja fertilidad. Entre los parámetros esenciales a evaluar destacan el pH (ligera y casi neutro), textura, materia orgánica y nutrientes (Ca, Mg, K y fósforo disponible). La marcada estacionalidad del clima influye en la temperatura y humedad del suelo, regulando la disponibilidad de nutrientes y la biota, mientras que el incremento reciente de temperaturas mínimas y máximas, junto con la presión antrópica, modifica la calidad del suelo y afecta la regeneración del bosque. En conjunto, la

caracterización debe integrar análisis físico-químicos detallados y la influencia del clima, dado que ambos factores determinan la estructura y composición del ecosistema forestal.

Condori (2020) concluye que la precipitación anual entre 1164 y 1433 mm en el bosque secol favorece la conservación y dinámica de la materia orgánica del suelo, ya que mejora la capacidad de retención de agua y la aireación, optimiza la estructura mediante la formación de agregados estables, reduce riesgos de erosión y encharcamiento, y estimula la actividad biológica que regula el ciclo de nutrientes. En conjunto, este rango de lluvias contribuye a mantener la fertilidad, la humedad y las condiciones físicas del suelo, asegurando la productividad y sostenibilidad del ecosistema.

4.2. Analisis el desarrollo y crecimiento de brotes en *Manilkara bidentata* con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central

Tabla 9

*Crecimiento y desarrollo de brotes en *Manilkara bidentata* con aplicación de fertilización soluble*

Tratamiento	Evaluaciones	Número de brotes	Número de hojas del brote más alto	Altura del brote más alto (cm)	Diámetro basal del brote más alto (mm)
T1	Eval - 1	8,50	9,25	26,13	4,23
	Eval - 2	11,25	11,50	29,08	4,55
	Eval - 3	14,00	14,00	32,45	5,25
T2	Eval - 1	5,25	10,50	36,55	4,08
	Eval - 2	6,75	19,75	41,23	4,53
	Eval - 3	8,75	22,25	45,50	5,00
T3	Eval - 1	11,50	16,25	32,88	4,15
	Eval - 2	14,00	19,25	40,05	4,68
	Eval - 3	17,25	23,75	45,05	5,25
T4	Eval - 1	10,75	15,00	35,58	3,63
	Eval - 2	14,00	19,00	39,60	4,05
	Eval - 3	17,75	23,25	44,25	4,75
T5	Eval - 1	12,00	15,00	36,18	4,08
	Eval - 2	16,25	18,00	38,35	4,10
	Eval - 3	20,00	20,50	42,75	4,63
T6	Eval - 1	6,25	11,50	27,18	3,45
	Eval - 2	3,25	20,50	29,98	4,15
	Eval - 3	4,25	22,25	32,83	4,75
T7	Eval - 1	7,00	10,75	21,60	2,55
	Eval - 2	8,50	10,75	27,63	3,48
	Eval - 3	9,75	12,50	31,15	4,00
T8	Eval - 1	6,25	9,00	14,85	2,60
	Eval - 2	6,25	8,50	18,60	3,13
	Eval - 3	8,25	10,00	22,70	3,63
T9	Eval - 1	7,00	12,50	25,25	3,55
	Eval - 2	10,00	13,75	28,93	3,98
	Eval - 3	11,75	16,25	33,08	4,50
T10	Eval - 1	10,00	14,00	32,85	4,03
	Eval - 2	12,00	17,50	44,55	5,13
	Eval - 3	21,00	21,50	50,53	6,13

Los datos de la Tabla 08 revelan que el aumento en la dosis de fertilización soluble mejora significativamente el número de brotes en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T10, en comparación con aquellos con dosis más bajas. En particular, los tratamientos T3, T4, T5 y T10 muestran un incremento considerable en el número de brotes en relación con T2, T6, T7, T8 y T9. El tratamiento T10, que utiliza 200 ml de fertilización soluble y tocones de mayor diámetro (15 a 20 cm), destaca por ofrecer los mejores resultados en cuanto a número de brotes, hojas, altura y diámetro basal del brote más alto en todas las evaluaciones.

Además, el número de hojas por brote también aumenta con mayores dosis de fertilización, con T3 liderando el conteo en cada medición. La altura del brote más alto también incrementa a medida que aumentan las dosis, siendo T10 el tratamiento con mayor altura. Del mismo modo, el diámetro basal del brote más alto crece con el incremento de la fertilización, con T10 mostrando el mayor diámetro. En resumen, un aumento en la dosis de fertilización soluble tiene un impacto positivo en el desarrollo de los brotes de *Manilkara bidentata* en el bosque seco intervenido del Huallaga Central. Los tratamientos con dosis más altas, especialmente T3, T4, T5 y T10, resultan en un mayor número de brotes, altura, cantidad de hojas y diámetro basal, lo que sugiere que la fertilización soluble promueve el crecimiento y desarrollo óptimo de esta especie.

4.2.1. Prueba de normalidad de datos

Se realizó la prueba de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk, y los resultados mostraron que las variables evaluadas cumplen con los criterios de normalidad (Tabla 12). Para las variables como el número de brotes, el número de hojas, la altura y el diámetro basal del brote más alto, los valores de **p** fueron superiores a 0.05 en todos los casos. Esto indica que las variables pueden considerarse aproximadamente normales, lo cual es esencial para realizar pruebas de medios de manera adecuada y confiable.

Tabla 10

Resultados de la prueba de normalidad para los datos de crecimiento y desarrollo.

Variable	p-valor	Decisión
Numero de brotes	0,5148	Presenta normalidad
Numero de hojas del brote más alto	0,1167	Presenta normalidad
Altura del brote más alto (cm)	0,2663	Presenta normalidad
Diámetro basal del brote más alto (mm)	0,1456	Presenta normalidad

Nota: Elaboración propia

Regla de decisión: a) Si p-valor es mayor al nivel de significancia ($p\text{-valor} > 0,05$), los valores presentan normalidad, b) Si p-valor es menor al nivel de significancia ($p\text{-valor} <$

0,05), los valores presentan no normalidad, y tienen que ser analizados por una prueba no paramétrica.

Joaquín (2016) y Ramos-Otiniano et al. (2022), resaltan la importancia de herramientas estadísticas y prácticas agrícolas para mejorar los resultados en investigaciones y cultivos. Joaquín destaca que la prueba de normalidad es fundamental en el análisis estadístico, ya que permite verificar si los datos siguen una distribución normal, lo cual es crucial para validar análisis paramétricos como la prueba *t* y ANOVA. Este paso es vital para elegir el método estadístico adecuado y garantizar la validez de los modelos, como la regresión lineal, y asegurar que las conclusiones sean confiables. Por su parte, Ramos-Otiniano et al. muestran que el aumento de la dosis de fertilización soluble (150-100-150 kg/ha de NPK) tiene un efecto positivo en el desarrollo de brotes y la calidad de los frutos, demostrando mejoras significativas en el rendimiento de las plantas. El manejo adecuado de fertilizantes no solo optimiza la productividad, sino también la sostenibilidad del cultivo. Ambos estudios subrayan la relevancia de aplicar análisis estadísticos adecuados y estrategias de manejo eficientes para obtener resultados sólidos y mejorar la productividad agrícola.

4.2.2. Análisis de varianza y prueba de medias

La tabla 11 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) sobre el número de brotes generados por la aplicación de diez tratamientos, indicando que no hay diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que el número de brotes en los tocones de *Manilkara bidentata* no está influenciado por los tratamientos aplicados, las distintas dosificaciones de fertilizantes o el diámetro de los tocones. El *p*-valor obtenido (0,0962) es mayor que el nivel de significancia (0,05), y se registró un índice de variación del 51,48%.

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable número de brotes.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	<i>p</i> -valor
Modelo	12	1161,20	96,77	1,87	0,0862
Tratamiento	9	1132,73	125,86	2,43	0,0358
Bloques	3	28,48	9,49	0,18	0,9067
Error	27	1396,78	51,73		
Total	39	2557,98			

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a lo evidenciado en el ANOVA, la prueba de medias de Tukey nos muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se muestra

la existencia de una sola agrupación (A), no existiendo tratamiento óptimo. Por otro lado, el T₁₀ (Diámetro 15 - 20 cm y 200 mL de fertilizante) fue el que presentó valores más altos con un valor promedio de número de hojas de 21. El tratamiento que tuvo menos valores fue T₆ (Diámetro 15 - 20 cm y 0 mL de fertilizante) con 4,25 hojas en promedio (Tabla 13 y Figura 11 - A).

4.2.3. Número de hojas del brote más alto

La tabla 12 presenta los resultados del ANOVA sobre el número de hojas del brote más alto, indicando que no hay diferencias significativas entre los diez tratamientos aplicados. Esto sugiere que el número de hojas en los brotes de los tocones de *Manilkara bidentata* no se ve afectado por los tratamientos, las diversas dosificaciones de fertilizantes o el diámetro de los tocones. El p-valor obtenido (0,2991) es mayor que el nivel de significancia (0,05), y se reportó un coeficiente de variación del 47,67%.

Tabla 12

Análisis de varianza para la variable número de hojas del brote más alto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	2708,90	225,74	2,86	0,0113
Tratamiento	9	898,63	99,85	1,27	0,2991
Bloques	3	1810,28	603,43	7,65	0,0007
Error	27	2128,48	78,73		
Total	39	4837,38			

Nota: Elaboración propia

El ANOVA, junto con la prueba de medias de Tukey, revela que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, indicando la presencia de una única agrupación (A) y la ausencia de un tratamiento óptimo. No obstante, el tratamiento T3 (diámetro de 5 a 12 cm con 100 mL de fertilizante) obtuvo el mayor promedio de hojas en el brote más alto, con 23,75 hojas. En contraste, el tratamiento T8 (diámetro de 15 a 20 cm con 100 mL de fertilizante) mostró el promedio más bajo, con solo 10,00 hojas en el brote más alto.

4.2.4. Altura del brote más alto (cm)

La Tabla 13 muestra los resultados del ANOVA sobre la altura del brote más alto después de la aplicación de diez tratamientos, indicando que no hay diferencias significativas. Esto sugiere que la altura del brote más alto en los tocones de *Manilkara bidentata* no se obtendría se ve influenciada por los tratamientos, las dosis de

fertilizantes o el diámetro del tocón. El valor **p** obtenido fue superior al nivel de significancia ($0,4547 > 0,05$), y se registró un coeficiente de variación del 45,68 %.

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable altura del brote más alto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	13595,36	1132,95	3,75	0,0021
Tratamiento	9	2749,19	305,47	1,01	0,4547
Bloques	3	10846,17	3615,39	11,98	<0,001
Error	27	8147,06	301,74		
Total	39	21742,42			

Nota: Elaboración propia

El análisis de ANOVA y la prueba de Tukey indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, resultando en una sola agrupación (A) sin un tratamiento óptimo. El tratamiento T10 (diámetro de 15-20 cm y 200 mL de fertilizante) mostró la mayor altura promedio del brote más alto, con 50,53 cm, mientras que el tratamiento T8 (diámetro de 15-20 cm y 100 mL de fertilizante) tenía la menor altura, de 22,70 cm.

Bazan (2015) y Cervantes (2016), HSD de Tukey, se utilizaLa prueba de Tukey, o prueba de diferencia honestamente significativa (Tukey's HSD), es relevante en el análisis estadístico agrícola, especialmente en estudios de optimización de cultivos. Según Bazán, se utiliza tras un análisis ANOVA para hacer comparaciones múltiples entre medios de diferentes grupos, controlando la tasa de error por familia, y es comúnmente empleada para evaluar el impacto de distintos tratamientos en cultivos como *Manilkara bidentata*. Cervantes refuerza que esta prueba identifica diferencias significativas entre tratamientos, como en estudios sobre el uso de fertilizantes u hormonas. Un ejemplo es el uso de ácido indolbutírico (AIB), donde la prueba mostró que ciertas dosis favorecen el enraizamiento. Ambos autores resaltan que la prueba de Tukey es clave para validar los efectos de los tratamientos y tomar decisiones en la gestión agrícola.

4.2.5. Diámetro basal del brote más alto (mm)

Los resultados del ANOVA presentados en la tabla 14 indican que no hay diferencias significativas en el diámetro basal del brote más alto entre los diez tratamientos aplicados. Esto sugiere que el diámetro basal no está influenciado por las diferentes dosis de fertilizantes ni por el diámetro de los tocones de *Manilkara bidentata*, dado que el p-valor es mayor que el nivel de significancia ($0,4145 > 0,05$). El coeficiente de variación fue del 28,05%.

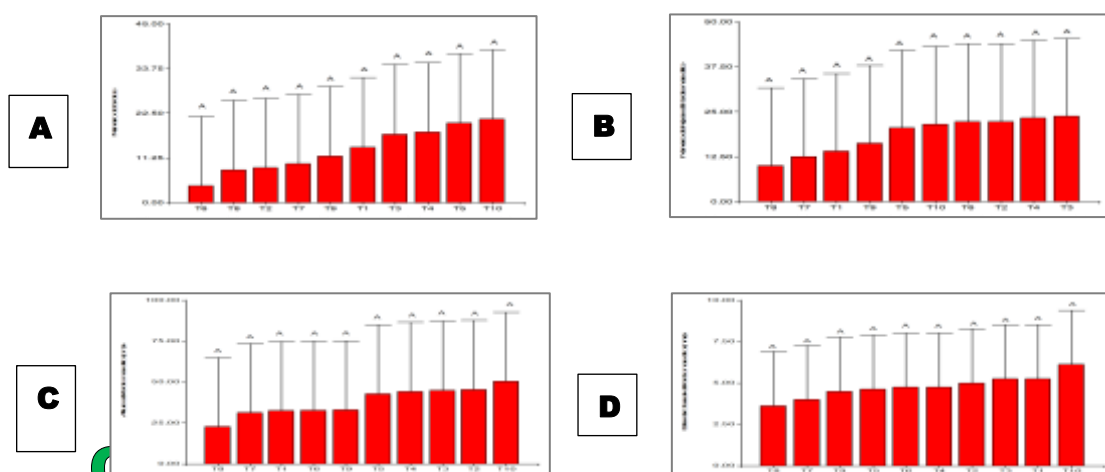
Tabla 14

Análisis de varianza para la variable diámetro basal del brote más alto.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	43,75	3,65	2,02	0,0629
Tratamiento	9	17,38	1,93	1,07	0,4145
Bloques	3	26,37	8,79	4,87	0,0078
Error	27	48,69	1,80		
Total	39	92,44			

Nota: Elaboración propia.

La prueba de medias de Tukey nos muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se muestra la existencia de una sola agrupación (A), no existiendo tratamiento óptimo. Por otro lado, el T₁₀ (Diámetro 15 - 20 cm y 200 mL de fertilizante) fue el que presentó valores de diámetro basal del brote más alto de 6,13 mm. El tratamiento que tuvo menos valores fue T₈ (Diámetro 15 - 20 cm y 100 mL de fertilizante) con 3,63 mm de diámetro basal del brote más alto en promedio (Tabla 13 y Figura 8 - D).

**Figura 8**

Gráfica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$): A) Número de brotes; B) Número de hojas del brote más alto; C) Altura del brote más alto; D) Diámetro basal del brote más alto.

Estos resultados son corroborados por, Tapia (2024) y López-Avedaño et al. (2023) quienes coinciden en destacar las ventajas de los fertilizantes solubles en agua por su rápida disponibilidad de nutrientes y alta eficiencia de absorción. Tapia resalta que estos fertilizantes permiten una respuesta inmediata en el crecimiento de las plantas. Por su parte, López-Avedaño et al., destacan que los fertilizantes solubles, ofrecen una mejor absorción radicular y reducen las pérdidas de nutrientes en el suelo, lo que optimiza su uso y favorecen un desarrollo integral de las plantas.

De la misma manera, Ramírez (2021) Latsasgue *et. al* (2014), destacan la importancia de los fertilizantes solubles en agua para el crecimiento vegetal. Ramírez subraya que la solubilidad de estos fertilizantes permite su eficiente aplicación mediante sistemas de riego, asegurando una distribución precisa y uniforme de nutrientes, lo que facilita ajustar las dosis según las necesidades del cultivo. Latsasgue *et al.* complementan esta idea al demostrar que la fertilización soluble, especialmente con nitrógeno, fósforo y potasio, incrementa significativamente el número de hojas, brotes y la altura de plantas leñosas, incluidas las sapotáceas.

También Quinto-Mosquera *et al.* (2024) aducen que el desarrollo de brotes en *Manilkara bidentata* mejora con la aplicación de fertilización soluble, especialmente en bosques secos intervenidos como los del Huallaga Central. Esta especie, adaptada a zonas tropicales secas y húmedas, responde favorablemente al aporte de nutrientes, lo que incrementa el crecimiento de hojas, ramas y diámetro del tallo, favoreciendo la productividad primaria neta del sistema. El clima, particularmente la estacionalidad de lluvias y temperaturas, influye directamente en la fenología, regulando la floración, fructificación y vigor de los brotes. En bosques degradados, donde los suelos suelen ser pobres en nutrientes, la fertilización es compensar estas limitaciones, potenciando el crecimiento si coincide con condiciones climáticas adecuadas. Estudios en la Amazonía y en plantaciones de especies similares confirman que la combinación de fertilización y un régimen climático favorable incrementa el desarrollo y sobrevivencia de los árboles en ecosistemas tropicales y secos.

Vallejos- Torres *et al.* (2021) concluyen que, en suelos pobres en materia orgánica, compactados y con alta evaporación. Su crecimiento ocurre en pulsos tras las lluvias, siendo el agua el principal desencadenante de la brotación. Altas temperaturas y déficit de presión de vapor reducen la elongación, generando hojas pequeñas e internudos cortos. El clima modula la brotación: en años Niño disminuyen brotes y aumenta el aborto, mientras que en Niña la mayor lluvia favorece la respuesta a N y P, con riesgo de lixiviación. La radiación tras la intervención potencia la respuesta a nutrientes si hay agua, pero genera estrés en sequía. La fertilización soluble fraccionada y sincronizada con las lluvias mejora el desarrollo. N aumenta número y área de brotes, P activa meristemas, K regula agua y fortalece tejidos, Ca y Mg aportan resistencia y clorofila, y B y Zn favorecen la diferenciación. El diseño experimental incluye bloques completos al azar con cuatro tratamientos (testigo, N+P, NPK y NPK+Ca/Mg+micos). Se espera un incremento de 20–40% en número de brotes y 15–30% en elongación en años húmedos. El éxito depende de fertilización sincronizada con lluvias, manejo hídrico, mulch, sombreo, compost y podas ligeras.

4.3. Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble en el Índice de contenido de clorofila en *Manilkara bidentata*

El índice de contenido de clorofila se refiere a la cantidad de clorofila presente en los restos de los árboles una vez han sido talados y puede ser relevante para estudios sobre la regeneración forestal, la descomposición de la materia orgánica.

Tabla 15

Resultados de las evaluaciones de Índice de Contenido de Clorofila en los tocones.

Tratamiento	Índice de contenido de clorofila (ICC)					
	9:00 hrs		12:00 hrs		15:00 hrs	
	Eval-1	Eval-2	Eval-1	Eval-2	Eval-1	Eval-2
T1	42,47	44,46	44,03	42,70	45,88	39,13
T2	39,04	41,02	38,29	40,09	38,00	38,73
T3	43,43	39,54	44,73	37,33	44,76	34,56
T4	50,25	49,46	47,94	44,97	49,12	40,35
T5	39,63	50,15	39,15	45,76	39,18	43,28
T6	26,95	20,31	27,64	19,92	26,75	20,08
T7	37,76	42,48	44,88	47,23	43,99	46,31
T8	39,32	48,30	40,13	49,38	36,03	48,38
T9	43,52	40,53	46,08	40,00	53,34	50,20
T10	44,93	43,23	49,54	39,56	48,01	38,05

Nota: Elaboración propia.

Las mediciones del Índice de Contenido de Clorofila (ICC) se realizaron en tres momentos del día: 9:00, 12:00 y 15:00 horas. Se observaron variaciones en el ICC entre los diferentes tratamientos, destacando el tratamiento T4 con niveles más altos a las 9:00 y 12:00 horas. No se identificó una tendencia clara en el ICC a lo largo del día, ya que algunos tratamientos presentaron valores más altos en distintas horas. Esta variabilidad sugiere que el ICC puede verse afectado por factores ambientales como la luz solar, temperatura y humedad. Para obtener conclusiones más precisas sobre el impacto de la fertilización soluble en el ICC, se planea realizar un análisis de medios.

4.3.1. Prueba de normalidad de las variables del Índice de contenido de clorofila

La prueba de normalidad de Shapiro Wilks indicó que los valores de las variables evaluadas son normales (Tabla 16). En las mediciones del Índice de Contenido de Clorofila (ICC) a las 9:00, 12:00 y 15:00 horas, todos los valores de p superaron 0.05. Esto permite concluir que los datos son aproximadamente normales, lo que es esencial para realizar pruebas de medios confiables.

Tabla 16*Resultados de la prueba de normalidad para los índices de contenido de clorofila*

Variable	p-valor	Decisión
Medición 09:00 hrs	0,6928	Presenta normalidad
Medición 12:00 hrs	0,5799	Presenta normalidad
Medición 15:00 hrs	0,6941	Presenta normalidad

Nota: Elaboración propia

Nota: Regla de decisión: a) Si p-valor es mayor al nivel de significancia ($p\text{-valor} > 0,05$), los valores presentan normalidad; b) Si p-valor es menor al nivel de significancia ($p\text{-valor} < 0,05$), los valores presentan no normalidad, y tienen que ser analizados por una prueba no paramétrica.

4.3.2. Análisis de la varianza y prueba de medias

4.3.2.1. ICC a las 09:00 horas

Los resultados del ANOVA en la tabla 16 revelan diferencias significativas en los valores del Índice de Contenido de Clorofila (ICC) a las 9:00 horas, indicando que el ICC depende de los tratamientos aplicados y otros factores como la dosificación de fertilizantes y el diámetro del tocón de *Manilkara bidentata*. El p-valor obtenido (0,0001) es menor al nivel de significancia (0,05), y se registró un coeficiente de variación de 13,12%.

Tabla 17*Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 9:00 horas*

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	2711,25	225,94	7,46	<0,0001
Tratamiento	9	2597,21	288,58	9,53	<0,0001
Bloques	3	114,05	38,02	0,26	0,3092
Error	27	817,26	30,27		
Total	39	3528,52			

Nota: Elaboración propia

El análisis ANOVA y la prueba de medios de Tukey revelan diferencias significativas entre los tratamientos, identificando dos grupos (A y B). Nueve de los diez tratamientos mostraron efectos similares, destacando el tratamiento T5 (Diámetro 5-12 cm y 200 mL de fertilizante) con el promedio más alto de Índice de Contenido de Clorofila (ICC) de 50,15 (grupo B). Por otro lado, el tratamiento T6 (Diámetro 15-20 cm y 0 mL de fertilizante) registró el promedio más bajo de ICC con 20,31 (grupo A).

4.3.2.2. ICC a las 12:00 horas

La tabla 18 presenta los resultados del ANOVA para el Índice de Contenido de Clorofila (ICC) a las 12:00 hrs, indicando diferencias significativas entre los tratamientos. Esto sugiere que el ICC está influenciado por los tratamientos aplicados, las dosis de

fertilizantes y el diámetro del tocón de *Manilkara bidentata*, dado que el p-valor es menor que el nivel de significancia ($0,0001 < 0,05$). El coeficiente de variación registrado fue del 11,70%.

Tabla 18

Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 12:00 horas

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	2496,91	208,08	9,18	<0,0001
Tratamiento	9	2444,93	271,66	11,99	<0,0001
Bloques	3	51,98	17,33	0,76	0,5297
Error	27	611,73	22,66		
Total	39	3108,64			

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo a lo evidenciado en el ANOVA, la prueba de medias de Tukey nos muestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, en cuatro agrupaciones (A, B, BC y C), siendo el tratamiento óptimo T₅ (Diámetro 5 - 12 cm y 200 mL de fertilizante) presentando un valor promedio de ICC con 49,39 (C). El tratamiento que tuvo menos valores fue T₆ (Diámetro 15 - 20 cm y 0 mL de fertilizante) con 19,92 (A) de ICC en promedio (Tabla 17 y Figura 09- B).

4.3.2.3. ICC a las 15:00 horas

La tabla 19 presenta los resultados del ANOVA para el Índice de Contenido de Clorofila (ICC) a las 15:00 horas, revelando diferencias significativas entre los tratamientos. Esto indica que el ICC está influenciado por los tratamientos, las dosis de fertilizantes y el diámetro del tocón de *Manilkara bidentata*, dado que el p-valor es inferior al nivel de significancia ($0,0001 < 0,05$). Se registró un coeficiente de variación del 13,03%.

Tabla 19

Análisis de varianza para los valores de la medición de ICC a las 15:00 horas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medios	Valor F Calculado	p-valor
Modelo	12	2681,12	223,43	8,26	<0,0001
Tratamiento	9	2629,32	291,15	10,81	<0,0001
Bloques	3	51,81	17,27	0,64	0,5966
Error	27	729,94	27,03		
Total	39	3411,06			

Nota: Elaboración propia

El ANOVA y la prueba de medias de Tukey revelan diferencias significativas entre los tratamientos, estableciendo cuatro agrupaciones (A, B, BC y C). El tratamiento más eficaz fue el T₉ (Diámetro 15-20 cm y 200 mL de fertilizante), con un promedio de ICC de 50,20 (C). Por otro lado, el tratamiento con menor rendimiento fue el T₆ (Diámetro 15-20 cm y 0 mL de fertilizante), que registró un ICC promedio de 20,08 (A).

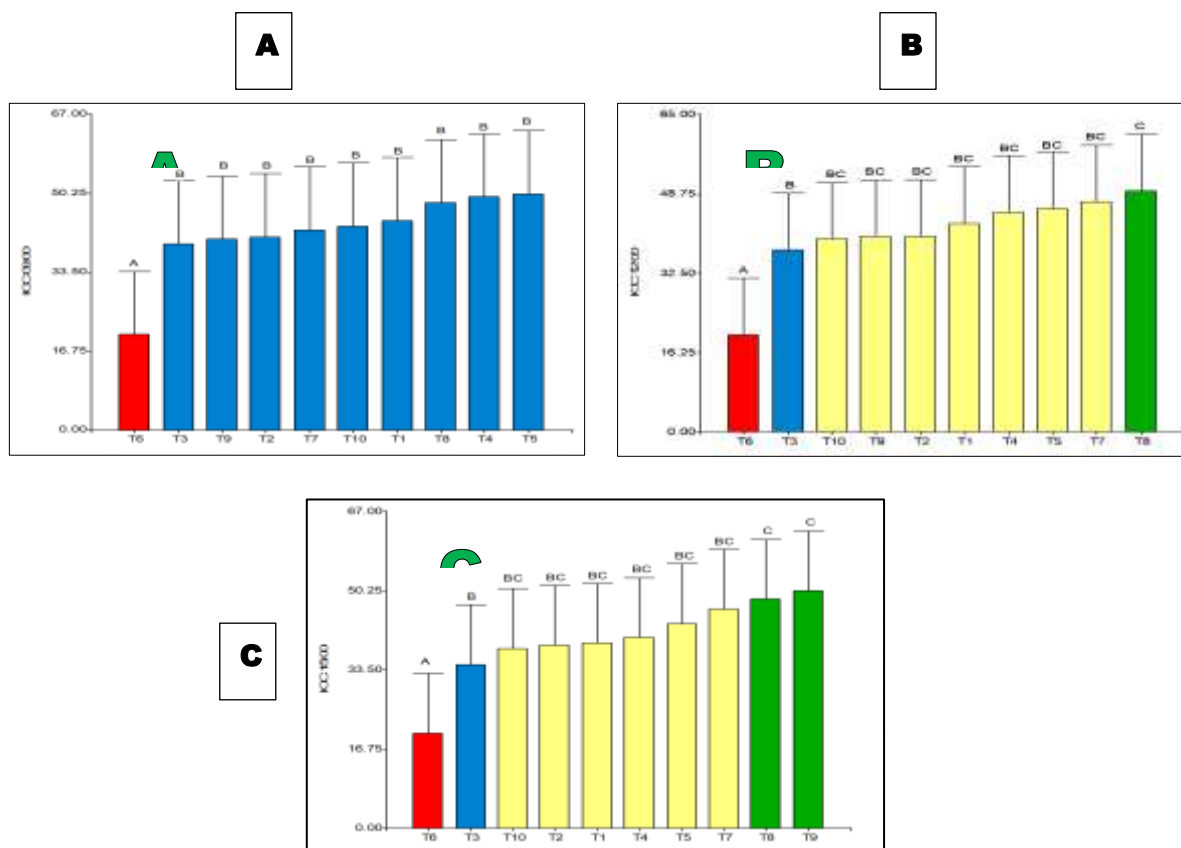


Figura 9

Grafica de la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$): A) Medición de ICC a las 09:00 horas; B) Medición de ICC a las 12:00 horas; C) Medición de ICC a las 15:00 horas.

Estos resultados son corroborados por, Salamanca y González (2020) y Loayza (2023), quienes respaldan la efectividad de los fertilizantes solubles en agua, especialmente los nitrogenados, para mejorar el crecimiento vegetal y aumentar el índice de verdor foliar, medido con clorofilómetros como el SPAD-502. Loayza destaca la evaluación entre las lecturas de SPAD y el contenido de clorofila, lo que permite evaluar el estado nutricional de las plantas de forma no destructiva. En ese mismo sentido Astúa-Ureña et al. (2021), concluyen que la fertilización soluble con nitrógeno no solo aumenta el contenido de clorofila en las hojas jóvenes, sino que también influye en su distribución, redistribuyendo el nitrógeno de las hojas más viejas hacia los tejidos en crecimiento.

Cervantes (2016) concluye que en estudios de fertilización foliar en especies forestales se observa que el aumento de la dosis de fertilizante incrementa el Índice de Contenido de Clorofila (ICC), lo que se asocia con un mejor crecimiento en diámetro y altura debido a una mayor capacidad fotosintética. En el caso de *Manilkara bidentata*, investigaciones sobre propagación vegetativa muestran que la temperatura del aire y del sustrato, junto con la humedad relativa, influyen directamente en el enraizamiento y viabilidad de las plantas, siendo óptimas las temperaturas diurnas de 20–27 °C y nocturnas cercanas a

15 °C, además de la protección frente a irradiación directa para evitar estrés hídrico. Esto indica que condiciones climáticas adecuadas potencian la absorción y aprovechamiento de los nutrientes aplicados. En conjunto, la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble podría mejorar el ICC en *M. bidentata*, siempre que se combinen con un clima favorable que asegure la eficiencia del proceso fisiológico y el crecimiento de la especie.

Agronitrients (2024) refiere que las aplicaciones de fertilización soluble dependen en gran medida de la temperatura y la humedad. Las altas temperaturas aceleran la evaporación de la solución y reducen la absorción de nutrientes, mientras que las bajas temperaturas limitan la actividad microbiana y el aprovechamiento de los fertilizantes. Una humedad relativa alta favorece la absorción foliar al prolongar el tiempo de secado de las gotas y facilitar la entrada de nutrientes, pero un exceso puede provocar lixiviación y aumentar el riesgo de enfermedades fúngicas. Por el contrario, la baja humedad junto con temperaturas altas reduce drásticamente la eficacia por rápida evaporación y estrés hídrico en la planta. La interacción óptima se da en ambientes con temperaturas moderadas y alta humedad relativa, condiciones que maximizan la absorción y movilidad de nutrientes. Además, el momento de aplicación es clave, siendo más recomendable en las primeras horas del día para minimizar pérdidas. En conjunto, estas condiciones climáticas aseguran que las aplicaciones de fertilizante soluble sean más eficientes en el crecimiento y desarrollo.

CONCLUSIONES

- 1.- Las Características de las condiciones iniciales del suelo en el área de experimentación ubicado en el bosque seco intervenido del Huallaga Central, tanto en el testigo y los tres bloques presentan pH entre 4.87 a 6.75, con bajo porcentaje de materia organica que van desde 1.61 a 2.86 %, baja concentración de nitrógeno desde 0.07 a 0.13 ppm, baja conentracion de fósforo de 4.80 a 14.60 y potasio dentro de condiciones normales. Asimismo, la clase textural son franco, franco arcilloso, franco limoso, franco arcillo arenoso, con buena saturación de bases y baja saturación de aluminio.
- 2.- El desarrollo y crecimiento de brotes en *Manilkara bidentata* con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga Central, se evidenció que el aumento en la dosis de fertilización muestra un efecto positivo en el desarrollo de brotes en el bosque seco intervenido. Específicamente, los tratamientos con dosis más altas (especialmente T3, T4, T5 y T10) resultaron en un mayor número, altura, número de hojas y diámetro basal de los brotes en comparación con las dosis más bajas de fertilización. Siendo el T10 con mayor número de brotes, altura, y diámetro y el T3 con mayor numero de hojas.
- 3.- El efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilización soluble en el crecimiento, desarrollo e índice de contenido de clorofila en brotes de *Manilkara bidentata* en bosque seco intervenido, hubo variabilidad significativa en el Índice de contenido de Clorofila (ICC) entre los diferentes tratamientos y momentos del día evaluados. El ICC a las 9:00 horas el promedio mas alto fue el T5 dosis (200ml) con 50.15(B), a las 12:00 horas el mas alto fue el T5 con 49.39 (C) y a las 15:00 horas el mas alto fue el T9 dosis(150ml) con 50.20 (C). Esto indica que no hay una relación clara y consistente entre la dosis de fertilización soluble y el ICC, ya que se registraron variaciones notables entre los tratamientos.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para futuros temas de investigación en el desarrollo y crecimiento de brotes quinilla (*Manilkara bidentata*) realizar análisis de suelo detallado considerando las características de niveles de pH, materia orgánica, nutrientes esenciales y capacidad de retención de agua iniciales del suelo, es vital para y adoptar estrategias de manejo adecuadas que mejore la fertilidad del suelo, con deficiencias de nutrientes que afectan el desarrollo de la especie vegetativa.
- 2.- Realizar estudios más detallados sobre el uso de dosis más altas de fertilización soluble en el desarrollo y crecimiento de brotes en *Manilkara bidentata* ya que los estudios indican que dosis más altas, especialmente el tratamiento T10, favorecen un mayor número de brotes, así como un aumento en la altura y diámetro de los mismos. Además, el tratamiento T3 ha mostrado el mayor número de hojas en comparación con dosis más bajas. Asimismo, se recomienda realizar investigaciones para aprovechar los brotes basales en propagación vegetativa.
- 3.- incentivar mas investigaciones sobre dosis de fertilización soluble en el crecimiento, desarrollo e índice de contenido de clorofila en brotes de *Manilkara bidentata*, considerando factores como temperatura, humedad y frecuencia de aplicación, es necesario ajustar las dosis o la programación para optimizar el ICC. También se sugiere realizar un monitoreo a largo plazo para evaluar la consistencia de los efectos y clarificar la relación entre la fertilización y el crecimiento de los brotes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre H. (2015). *Status de conservación de Manilkara bidentata (A. DC.) A. Chevalier "Michino" en San Ignacio, Cajamarca, Perú*. [Tesis para optar el grado de magister. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú]. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/unalm/934/t007274.pdf?sequence=1&isallowed=y>.
- Agronutrients (2024) *Condiciones Climáticas en la Aplicación de Fertilizantes* <https://agronutrients.com/blog/condiciones-climaticas-en-la-aplicacion-de-fertilizantes/>
- Astúa-Ureña, M., Campos-Granados, C., y Rojas-Bourrillon, A. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad de rebrote sobre las características morfológicas y rendimiento agronómico del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) ecotipo INTA-Quepos. *Universidad de Costa Rica*, 15(1). Obtenido de <https://doi.org/10.15517/nat.v15i1.47521>
- Ayllón, Ch (2018). *Efecto de diferentes concentraciones de ácido índol butírico en el enraizamiento de estaquillas juveniles de shihuahuaco (Dipteryx odorata Aublet) Willd en cámara de sub irrigación Pucallpa – Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/332570312>.
- Avella-Muñoz, A., y Rodríguez-Robayo, K. (2005). Propagación y diagnóstico de regeneración natural de algunas especies maderables empleadas por la comunidad indígena de Mocagua (Parque Nacional Natural Amacayacu, Amazonas - Colombia). *Colombia Forestal*, 9((18)), 34-51. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=423939557003>
- Báez, Q (2014). *Evaluación dendrológica de Especies Forestales en un Bosque de Tierra firme en la Concesión de Conservación Gallocunca, Sector Baltimore, Distrito Tambopata, Provincia Tambopata Departamento Madre de Dios*, [Tesis de Pregrado Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/004-2-3-025.pdf>
- Bonilla-Segovia, J., Dávila-Rojas, F., y Villa-Quishpe, M. (2021). Estudio del uso de técnicas de inteligencia artificial aplicadas para análisis de suelos para el sector agrícola. *Recimundo* vol (5) num (01) doi: <https://doi.org/10.26820/recimundo/5>.

- Britto, B. (2017). Actualización de las Ecorregiones Terrestres de Perú propuestas en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. *Gayana. Botánica*, 74((1)), 15-29. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432017005000318>
- Cervantes D. (2016). *Propagación vegetativa de quinilla (Manilkara bidentata, a.dc.) mediante el enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación en el Distrito de Morales, Provincia de San Martín*. [Trabajo de grado. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto], Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1870/ITEM%4011458-60.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cremona, M., y Enriquez, A. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *Inta Digital*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/7709>.
- Condori (2020). *Influencia de la precipitación total anual en los índices de riesgo de erosión potencial del suelo de las quebradas Erbacio, Ronda y Pichcapuquio de la subcuenca del río Shullcas*. [Tesis de pregrado Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8150>.
- Damiano, Y (2019). *Trazabilidad del aprovechamiento forestal en la parcela de corta N°1 de la Comunidad Nativa Sinchi Roca, distrito Tournavista, Huánuco - Perú / elaborado por Yobana Margot Damiano Tinoco*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Selva]. Obtenido de <https://bibliotecaopac.unas.edu.pe/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=165058>
- Del Aguila-Panduro, J. (2012). *Crecimiento inicial de "quinilla" Manilkara bidentata en plantaciones con diferentes distanciamientos de siembra. Puerto Almendras, Loreto, Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/1780>
- FAO (2021). *Textura del Suelo*. Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s06.htm
- García, R (2009). *Revista Perú Biol.- Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM. Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú*. 16(1), 081-092. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-9932009000100010

- García, R (2022). *Trazabilidad del aprovechamiento forestal en la concesión ecoforestal Ucayali SAC, distrito Nueva Requena, provincia de coronel Portillo, región Ucayali*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Selva]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2126>
- Gomez, D (2023). *Sapotaceae*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/467932117/4-sapotaceae>
- Hernández, R., López, M., Cetina, V., Trejo, L. y Trinidad, A. (2019). Reactivation of Christmas tree growth of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco by chemical fertilization. *Revista cubana de ciencias forestales*. 7(3), 305-324.
- Herrera, J. (2023). *Distribución espacial del michino (Manilkara bidentata (A. DC) A. Chevalier), distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, Cajamarca, Perú*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5950>
- Huinga, J. (2022). *Propagación vegetativa de Canelón (Aniba canelilla (kunth) Mez) mediante el método de enraizamiento de estaquillas utilizando cámara de subirrigación, Tambopata - Madre de Dios*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14070/846>
- Integrated Taxonomic Information System. (2020). *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Taxonomic Serial No 23825. Recuperado de: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=23825#null. [ITIS]
- Latsasgue, M., Saez, P., y Mora, M. (2014). Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el contenido foliar de carbohidratos, proteínas y pigmentos fotosintéticos en plantas de *Berberidopsis corallina* Hook.f. *Gayana. Botánica*, 71 ((1)), 37-42. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432014000100007>
- Lifeder. (2021). 7 técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/tecnicas-instrumentos-recoleccion-datos/>.
- Linares-Palomino, R., Huamantupa-Chuquimaco, I., Padrón, E., La Torre-Cuadros, M., Roncal-Rabanal, M., Choquecota, N., y Marcelo-Peña, J. L. (2022). Los Bosques Estacionalmente Secos Del Perú: Un Re-análisis De Sus Patrones De Diversidad Y Relaciones florísticas. *Revista Peruana De Biología*, 29(4). Obtenido de <https://doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>

- Llatas, L. (2020). *Análisis de los cambios de uso de la tierra por actividades antrópicas durante el año 2018 en la concesión para conservación El Quinillal, San Martín*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientes]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14095/980>
- Loayza, H., Calderón R, A., Gutiérrez R., R., Céspedes F., E., y Quiroz, R. (2023). Estimación de las concentraciones relativas de clorofila en folíolos de papa (*Solanum tuberosum* L.) Utilizando técnicas de reflectancia de la vegetación. 21(2). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v21i2.1961>
- López-Avendaño, E., López-López, M., Ramírez-Herrera, C., y Aguilera-Rodríguez, M. (2023). Efecto del riego, la fertilización y el contenedor en la respuesta a la injertación de plántulas de *Pinus patula* Schltdl. & Cham. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 14(75). doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i75.1255>
- López, B (2021). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera "quinilla" manilkara bidentata como material de construcción en estado verde, Iquitos 2019*. [Tesis de Pregrado, Universidad Científica del Perú]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1269>
- Macedo, L (2018). *Identificación, nivel de propagación y colonización de hongos micorrízicos arbusculares asociados a Manilkara bidentata (quinilla colorada) en un bosque húmedo tropical en la zona de Macuya, Huánuco, Amazonia Peruana*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/184>
- Macedo, L (2019). *Identificación, nivel de propagación y colonización de hongos micorrízicos arbusculares asociados a Manilkara bidentata (quinilla colorada) en un bosque húmedo tropical en la zona de Macuya, Huánuco, Amazonia Peruana*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/194>
- Mori, J (2021). *Evaluación de la regeneración natural de Manilkara bidentata (A.DC.) A. Chev. (quinilla colorada) en un bosque aluvial bajo manejo forestal en Ucayali, Amazonía peruana*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. Obtenido de <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/321>.
- Núñez, P., Colocho, J., y Encina, A. (2020). Breve visión sobre el suelo: rol, importancia, funciones, calidad e indicadores. *Revista Agropecuaria y Forestal*, 9(1). Obtenido de <https://www.sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/118>

- Poderes, J (2019). ¿Serán vulnerables los bosques tropicales secos a los cambios climáticos, y cuáles serán sus efectos sociales? Cuadernos de Investigación UNED, 11(1), 18-23. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5156/515661223002/html/>
- Quinto-Mosquera, H., Ibargüen-Mosquera, S. y Cárdenas-Victoria, F (2024) Efectos de la fertilización sobre la producción de hojarasca de bosques post-minería del Chocó Biogeográfico. *Colombia Forestal*, vol. 27, núm. 1, <https://doi.org/10.14483/2256201X.20809>.
- Ríos, J., Acuña, E., Valenzuela, L., Cancino, J., Corral, J. y Rosales, R. (2019). Supervivencia y características de rebrotes en tocones de dos años de cultivos dendroenergéticos. *Ciencia UAT*. 14(1), 145-154.
- Rivera-Martin L., Peñuela-Mora M., Jiménez E., y Vargas M. (2013). *Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas: Abarco (Cariniana micrantha Ducke), Quinilla (Manilkara bidentata (A. DC.) A. Chev.) y Violeta (Peltogyne paniculata Benth.)*. 1a ed. Colombia: [Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia]. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/311899976_Ecologia_y_Silvicultura_de_especies_Utiles_Amazonicas.
- Ramírez, K (2021). *Prototipo para la producción de especies forestales en vivero mediante un sistema hidropónico por subirrigación*. [Tesis de Postgrado, Colegio de Potsgraduados]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10521/4951>
- Saavedra, J (2023). *Propagación de tejidos y semillas vegetales en el Laboratorio de Cultivos y Tejidos Vegetales LCTV de la FCA/UNSM*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/5599>
- Salamanca, A., y González Osorio, H. (2020). Respuesta del café a la aplicación foliar de nutrientes. *Revista Cenicafe*, 7(12). Obtenido de <https://doi.org/10.38141/10778/71210>
- Tapia, A (2024). *Manejo de fertilizantes solubles para fertirriego en el cultivo de uva variedad Flame en la zona de Ica*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6567>
- Vallejos, G., Ríos, O., Saavedra, H., Gaona, N., Mesén, F. y Marín C. (2021). Vegetative propagation of *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. using mini-tunnels in the Peruvian Amazon region. *Forest Systems*. 30(2), pp. 1-5. <https://doi.org/10.5424/fs/2021302-17971>.

Velez, A (2016). Bosques secos de Latinoamérica y el Caribe en peligro de desaparecer. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2016/09/bosques-secos-de-latinoamerica-peligro/>

Zárate, R (2020). *Inventario y evaluación del plan de manejo del Fundo Pucayacu IRD-Selva*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Selva]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4536>

ANEXOS

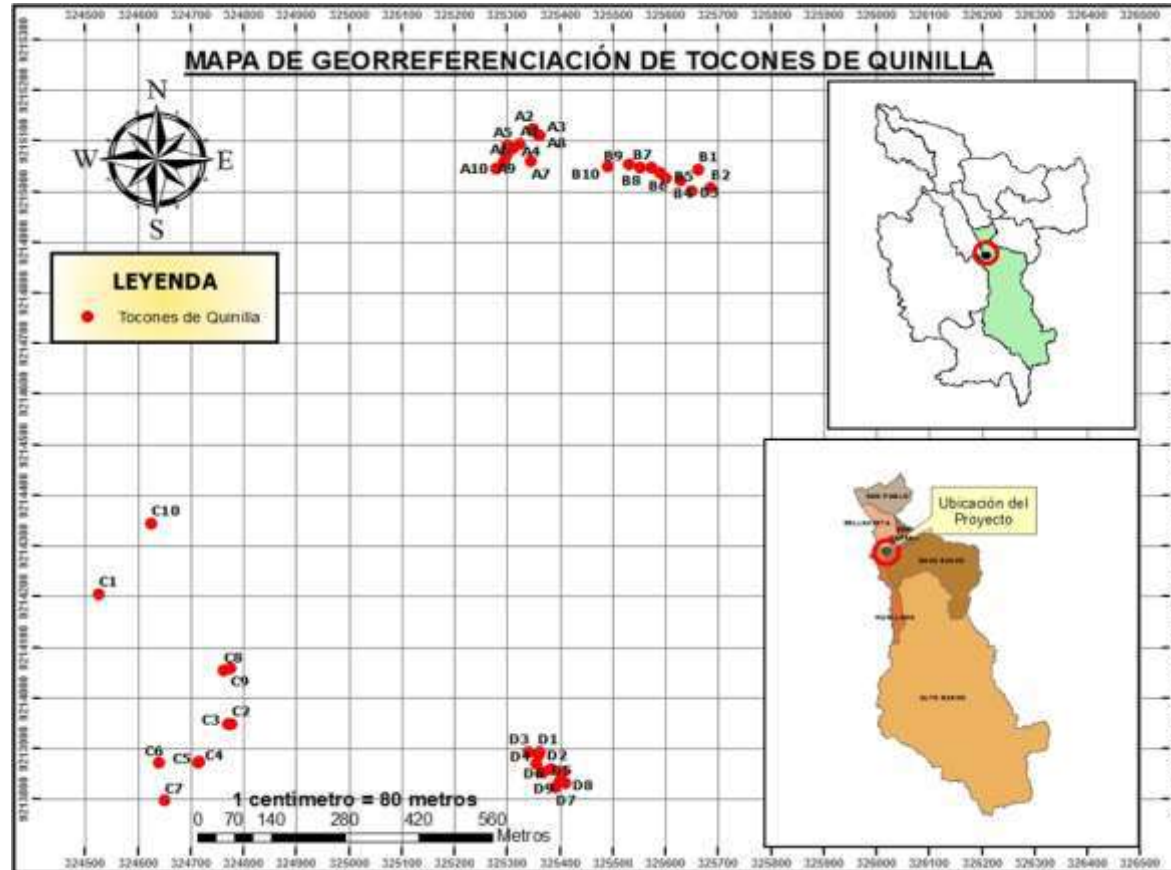


Figura 10

Mapa de ubicación del proyecto de investigación y georreferenciación de los tocones de quinilla

Nota: Elaboración propia

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
ANÁLISIS DE SUELOS

TABLA DE INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS

SALINIDAD		Materia Orgánica Fósforo disponible Potasio disponible			Clasificación K/Mg Ca/Mg			
Clasificación	C.E (mS/cm)	Clasificación	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
* No salino	< 2	* Bajo	< 2	< 7.0	< 100	* Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
* Ligeramente salino	2 - 4	* Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	* Def. Mg	> 0.5	
* Medianamente salino	4 - 8	* Alto	> 4	> 14.0	> 240	* Def. K	> 0.2	
* Fuertemente salino	8 - 16					* Def. Mg		> 10
* Extremadamente salino	> 16							
Equiv. : 1 mS/cm = 1 dS/m = 1 mmhos/cm								
Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %		
Clasificación	pH							
* Fuertemente ácido	< 5.5	Are = Arena	Fra - Arc - Are = Franco Arcillo Arenoso			Ca ²⁺	=	60 - 75
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Are - Fra = Arena Franca	Fra - Arc = Franco Arcilloso			Mg ²⁺	=	15 - 20
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.99	Fra - Are = Franco Arenoso	Fra - Arc - Lim = Franco Arcillo Limoso			K ⁺	=	3 - 7
* Neutro	7.0	Fra = Franco	Arc - Are = Arcillo Arenoso			Na ⁺	=	< 15
* Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8	Fra - Lim = Franco Limoso	Arc - Lim = Arcillo Limoso					
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	Lim = Limoso	Arc = Arcilloso					
* Fuertemente alcalino	> 8.5							

Figura 12

Ley de los resultados de análisis de suelos

Nota: Instituto de cultivos Tropicales (ICT, 2020)


INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI N° 00972193

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS
REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR

N° SOLICITUD : AFD007-01-21
 SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 PROCEDENCIA : SAN MARTIN - BELLAVISTA
 TEJIDO VEGETAL : HOJAS DE QUINILLA

FECHA DE MUESTREO : 23/02/2021
 FECHA DE RECEP. LAB : 23/02/2021
 FECHA DE REPORTE : 02/03/2021

ITEM	Número de Muestra				Proteína
	Laboratorio			Campo	%
01	21	02	0332	A1	15.43
02	21	02	0333	A2	12.99
03	21	02	0334	A5	15.79
04	21	02	0335	A8	14.51
05	21	02	0336	A10	10.61
06	21	02	0337	B1	10.77
07	21	02	0338	B3	15.51
08	21	02	0339	B4	12.19
09	21	02	0340	B5	17.23
10	21	02	0341	B9	12.83

METODOLOGIA:

PROTEINA : Kjeldhal (factor: 6.25)

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

*Los Cálculos están en base a materia seca.

La Banda de Shilcayo, 02 de Marzo del 2021

 INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 TARIQUAYO - PERU

 Cesar O. Arévalo Hernández, MSc
 JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Pág. 1 de 2

Figura 13

Resultado del análisis foliar de proteínas (1)

Nota: Instituto de cultivos Tropicales (ICT, 2021)


INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

 INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA PERUANA
 CERTIFICADO INDECOP1 N° 00073183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS
REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR

 N° SOLICITUD : AF0007-02-21
 SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 PROCEDENCIA : SAN MARTIN - BELLAVISTA
 TEJIDO VEGETAL : HOJAS DE QUINILLA

 FECHA DE MUESTREO : 23/02/2021
 FECHA DE RECEP. LAB : 23/02/2021
 FECHA DE REPORTE : 02/03/2021

ITEM	Número de Muestra			Proteína %	
	Laboratorio		Campo		
01	21	02	0342	C2	14.06
02	21	02	0343	C3	14.68
03	21	02	0344	C4	19.48
04	21	02	0345	C5	17.14
05	21	02	0346	C9	15.02
06	21	02	0347	D1	17.02
07	21	02	0348	D3	17.83
08	21	02	0349	D5	11.65
09	21	02	0350	D7	16.61
10	21	02	0351	D8	16.26

METODOLOGIA:

PROTEINA : Kjeldhal (factor: 6.25)

 Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.
 *Los Cálculos están en base a materia seca.

La Banda de Shilcayo, 02 de Marzo del 2021

 INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 TARIAPOTO - PERU

 Cesar Q. Arévalo Fernández, MSc
 JEFE DE C.T.O. DE SUELOS

Figura 14

Resultado del análisis foliar de proteínas (2)

Nota: Instituto de cultivos Tropicales (ICT, 2021)


INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

 INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONIA PERUANA
 CERTIFICADO INDCO PI N° 90072183

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS
REPORTE DE ANÁLISIS FOLIAR

 N° SOLICITUD
 SOLICITANTE
 PROCEDENCIA
 TEJIDO VEGETAL

 : AF0006-01-21
 : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
 : SAN MARTIN - BELLAVISTA
 : HOJAS DE QUINILLA

 FECHA DE MUESTREO : 23/02/2021
 FECHA DE RECEP. LAB : 23/02/2021
 FECHA DE REPORTE : 02/03/2021

ITEM	Número de Muestra				N	P	Potasio
	Laboratorio		Campo				
01	21	02	0312	A1	2.47	0.08	1.14
02	21	02	0313	A2	2.08	0.07	1.19
03	21	02	0314	A5	2.53	0.05	0.65
04	21	02	0315	A8	2.32	0.07	1.17
05	21	02	0316	A10	1.70	0.07	0.91
06	21	02	0317	B1	1.72	0.07	1.16
07	21	02	0318	B3	2.48	0.07	1.10
08	21	02	0319	B4	1.95	0.09	1.18
09	21	02	0320	B5	2.76	0.22	0.80
10	21	02	0321	B9	2.05	0.06	1.11

METODOLOGIA:
 NITROGENO : Kjeldhal
 FOSFORO : Digestión HNO₃ / Espectr. UV-Vis (λ=420 nm)
 POTASIO : Digestión HNO₃ / Espectr. Absorción Atómica

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.
 *Los Cálculos están en base a materia seca.

La Banda de Shilcayo, 02 de Marzo del 2021

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 TARIAPOTO - PERÚ
 Cesar O. Arriaga Hernández, MSc
 JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Figura 15

Resultado del análisis foliar de proteínas (3)

Nota: Instituto de cultivos Tropicales (ICT, 2021)

WENDY PAOLA NUÑEZ RENGIFO

Brotación de quinilla (*Manilkara bidentata*) con aplicación de fertilización soluble en bosque seco intervenido del Huallaga C...

 Revisión de Informes de Tesis-Unidad de Investigación FCA:

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117545029171

Fecha de entrega

9 ene 2026, 11:40 GMT-5

Fecha de descarga

28 ene 2026, 9:42 GMT-5

Nombre del archivo

Inf. final de tesis_Wendy P. Nuñez Rengifo_09-01-2026.pdf

Tamaño del archivo

2.9 MB

73 páginas

18.339 palabras

103.521 caracteres



19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.