

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE DOS NIVELES DE APLICACIÓN DE ABONO BIOROJO  
EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.)  
EN VIVERO FORESTAL SAN PABLO - CARANAVI**

**Por:**

**Nelly Santander Flores**

**EL ALTO – BOLIVIA  
Octubre, 2024**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE DOS NIVELES DE APLICACIÓN DE ABONO BIOROJO EN LA  
PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE CEDRO (*Cedrela odorata* L.) EN VIVERO  
FORESTAL SAN PABLO - CARANAVI**

*Tesis de Grado presentado como  
requisito para optar el Título de  
Ingeniera Agrónoma*

**Nelly Santander Flores**

**Asesores:**

M. Sc. Lic. Ing. Pastor Condori Mamani .....

**Tribunal Revisor:**

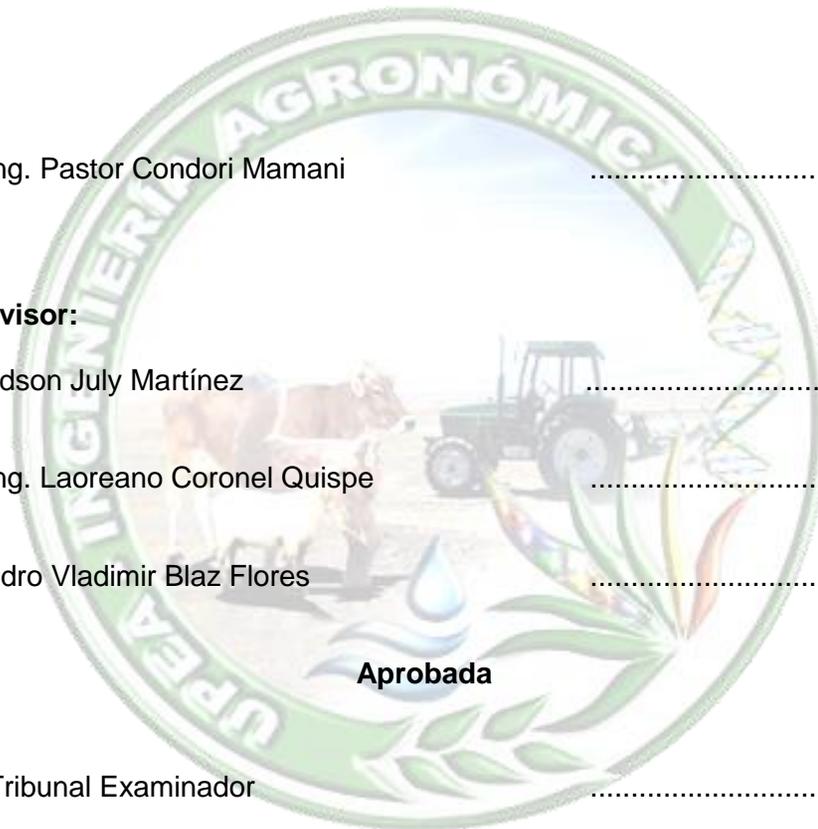
Lic. Ing. Windson July Martínez .....

M. Sc. Lic. Ing. Laoreano Coronel Quispe .....

Lic. Ing. Sandro Vladimir Blaz Flores .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*A mi familia que durante todo este tiempo me estuvieron ayudando, apoyando con ese inmenso cariño que siempre me brindan.*

*Con mucho amor y cariño a Dios; a mí querida madre: Angélica Flores por el apoyo incondicional y valores brindados durante mi formación de estudio.*

*A mi querida hija Mayli Ángela Apaza Santander que siempre fue mi motivación y fuerza en todo el proceso de investigación en momentos difíciles.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a Dios por la oportunidad de concederme la vida, guiarme en todo mi camino y darme fuerzas para alcanzar todas mis metas propuestas.

A la Universidad Pública de El Alto (UPEA) por abrir sus puertas a toda la juventud que quiere formarse profesionalmente y por permitirme formarme en la profesión de ingeniero agrónomo.

A la carrera de Ingeniería Agronómica y a todo el plantel de catedráticos por facilitarme su conocimiento y la paciencia en los años de estudio.

A mi asesor: M. Sc. Lic. Ing. Pastor Condori Mamani, por todo ese apoyo que me brindo en la planificación, conducción, observación, recomendación y orientación profesional durante la ejecución y redacción del presente trabajo de investigación.

A mis tribunales Lic. Ing. Windson July Martínez, M. Sc. Lic. Ing. Laoreano Coronel Quispe y Lic. Ing. Sandro Vladimir Blaz Flores por las constates correcciones para que esta investigación sea un material confiable.

Al Ing. Reinaldo Mendoza Segovia por guiarme con sus orientaciones y conocimiento en el proceso de investigación.

A la Univ. Abigail Tarqui por el apoyo moral y en el trabajo de campo de la investigación.

A los docentes, amigos y compañeros de la universidad por brindarme el apoyo moral e incondicional en momentos difíciles de este proceso de formación.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
ABREVIATURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Hipótesis.....	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1. Ecología y distribución del cedro.....	6
2.2. Descripción dendrológica del Cedro.....	7
2.3. Clasificación taxonómica.....	8
2.4. Fenología del árbol de cedro .....	9
2.5. Requerimientos edafo-climáticas .....	10

2.6.	Plagas y enfermedades .....	10
2.7.	Usos y Aplicaciones del cedro .....	12
2.8.	Generalidades de un vivero forestal.....	12
2.8.1.	Tipos de viveros forestales.....	13
2.9.	Propagación sexual de las plantas.....	13
2.10.	Características de los sustratos .....	13
2.10.1.	Tipos de sustratos.....	14
2.11.	Manejo del sustrato en la producción de plantines.....	14
2.11.1.	Características del sustrato .....	15
2.11.2.	Componentes del sustrato .....	16
2.11.3.	Mezcla o preparación del sustrato.....	17
2.12.	Preparación del almacigo.....	18
2.13.	Cosecha y manejo de la semilla de Cedro .....	18
2.13.1.	Siembra de las semillas .....	19
2.14.	Técnicas de siembra.....	19
2.15.	Protección de la almaciguera.....	20
2.16.	Germinación .....	21
2.17.	Presencia de enfermedades .....	21
2.17.1.	Tipo de germinación del cedro .....	22
2.18.	Bioinsumos naturales.....	22
2.18.1.	Guano de Islas o Biorojo .....	22
2.18.2.	Origen del guano rojo.....	22
2.18.3.	Mineralización de la materia orgánica .....	23
2.18.4.	Propiedades nutricionales del guano.....	23
2.18.5.	Métodos de aplicación del guano .....	24
2.18.6.	Dosis o niveles de aplicación .....	24

3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1.	Localización .....	26
3.1.1.	Ubicación Geográfica .....	26
3.1.2.	Características Edafoclimáticas .....	26
3.1.2.1.	Clima .....	26
3.1.2.1.1.	Datos climáticos actuales de la zona de estudio .....	27
3.1.2.2.	Suelo .....	27
3.1.2.3.	Flora .....	28
3.2.	Materiales .....	28
3.2.1.	Material de estudio .....	28
3.2.2.	Material de campo .....	28
3.2.3.	Material de escritorio .....	29
3.3.	Metodología .....	29
3.3.1.	Desarrollo del ensayo .....	29
3.3.1.1.	Recolección de la semilla .....	29
3.3.1.2.	Adecuación del vivero .....	30
3.3.1.3.	Almacigado de la semilla .....	31
3.3.1.4.	Porcentaje de germinación .....	32
3.3.1.5.	Colecta de sustrato para el repique .....	33
3.3.1.6.	Pesado del abono bioorgánico o guano de isla .....	34
3.3.1.7.	Desinfección y preparación del sustrato .....	35
3.3.1.8.	Embolsado de sustrato y enfilado .....	35
3.3.1.9.	Riego .....	36
3.3.1.10.	Deshierbe .....	36
3.3.2.	Diseño experimental .....	37
3.3.3.	Factores de estudio .....	37

3.3.3.1.	Formulación de tratamientos .....	37
3.3.4.	Variables de investigación o respuesta .....	38
3.3.4.1.	Porcentaje de sobrevivencia (%) .....	38
3.3.4.2.	Altura de planta (cm) .....	38
3.3.4.3.	Número de hojas .....	39
3.3.5.	Diámetro del tallo (mm) .....	40
3.3.6.	Análisis estadístico.....	41
3.3.6.1.	Análisis de varianza (ANVA) .....	41
3.3.7.	Análisis económico .....	42
3.3.7.1.	Beneficio costo (B/C).....	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1.	Porcentaje de sobrevivencia (%).....	43
4.2.	Altura planta (cm).....	44
4.3.	Número de hojas de la planta .....	47
4.4.	Diámetro tallo de la planta .....	49
4.5.	Beneficio costo .....	51
5.	CONCLUSIONES.....	52
6.	RECOMENDACIONES.....	53
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	54
8.	ANEXOS .....	62

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Tipos de sustratos.....	14
Cuadro 2. Composición nutricional del guano rojo o bioajo .....	24
Cuadro 3. Prueba de germinación de 1000 semillas de cedro .....	33
Cuadro 4. Análisis de varianza porcentaje de sobrevivencia .....	43
Cuadro 5. Análisis de varianza para altura tallo de la planta.....	44
Cuadro 6. Análisis de varianza número de hojas por planta .....	47
Cuadro 7. Análisis de varianza en el diámetro tallo de la planta .....	49
Cuadro 8. Relación beneficio costo por tratamiento.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de distribución de <i>Cedrela odorata</i> en el mundo. ....	6
Figura 2.	Mapa de ubicación del trabajo de investigación .....	26
Figura 3.	Temperatura y precipitación de la zona de estudio .....	27
Figura 4.	Recolección y selección de cedro de Alto Beni .....	30
Figura 5.	Vivero forestal Sede San Pablo – Agronomía UPEA.....	31
Figura 6.	Enfilado y tapado de las semillas .....	32
Figura 7.	Germinación de las semillas de cedro a los 10 días .....	33
Figura 8.	Recolección de los tres sustratos a utilizar .....	34
Figura 9.	Pesado del abono biorrojo en sus dos niveles de aplicación .....	34
Figura 10.	Mezcla del sustrato para embolsado .....	35
Figura 11.	Embolsado y enfilado de las bolsas .....	36
Figura 12.	Medición altura planta por tratamiento .....	39
Figura 13.	Desarrollo de las hojas por tratamiento .....	40
Figura 14.	Medida del diámetro tallo en plantines de cedro.....	41
Figura 15.	Porcentaje de sobrevivencia de los plantines de cedro a los 90 días .....	44
Figura 16.	Duncan, altura planta a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos.....	45
Figura 17.	Prueba Duncan, número de hojas por planta y tratamiento.....	48
Figura 18.	Prueba de medias, diámetro tallo por planta por tratamiento.....	49

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Datos de ANVA Variable altura planta.....	63
Anexo 2.	Datos ANVA Variable número de hojas.....	64
Anexo 3.	Datos ANVA Variable diámetro tallo.....	65
Anexo 4.	Pesado del sustrato a utilizar .....	66
Anexo 5.	Germinación de los plantines de cedro a los 30 días .....	67
Anexo 6.	Edad de los plantines de cedro a repicar .....	67
Anexo 7.	Desarrollo de los plantines de cedro a los 90 días .....	68
Anexo 8.	Toma de datos altura planta.....	68
Anexo 9.	Costo producción tratamiento o nivel de aplicación.....	69

**ABREVIATURAS**

g	Gramos
cm	Centímetro
mm	Milímetros
ppm	Partes por millón
ml	Mililitros
°C	Grados centígrados
DCA	Diseño Completamente al Azar
ANVA	Análisis de Varianza
TM	Temperatura media
m	Metros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
B/C	Beneficio costo

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Cantón San Pablo Municipio de Caranavi, Provincia Caranavi, ubicada a 172 km al noreste de la ciudad de La Paz, entre los paralelos 15° 47' 23" Latitud Sur y 67° 32' 49" Longitud Oeste y a una altura aproximada de 1250 m.s.n.m. La investigación consistió en la producción de plantas *Cedrela Odorata* L en vivero para su trasplante definitivo en campo, aplicando dos niveles de 5 y 10g de abono bioajo por cada 2kg de sustratos constituidos en diferentes proporciones de materiales. La evaluación consideró cuatro variables; porcentaje de sobrevivencia, altura planta, diámetro de tallo y número de hojas. Los resultados obtenidos para el porcentaje de sobrevivencia de los plantines de cedro a los 90 días después del repique, producidos con la aplicación de diferentes niveles de abono bioajo, muestra que el nivel 10 y 5g influyen en un mayor porcentaje de sobrevivencia con el 93.75% y 88.75%, sin embargo, en testigo fue inferior con menor porcentaje de 82.5% de sobrevivencia. Para la variable altura mostraron diferencia altamente significativa entre tratamientos donde las plantas con nivel de aplicación (10g de abono bioajo + 2 kilogramo de sustrato) tuvieron las mayores alturas de 48.2 cm, seguido del tratamiento 5g con un promedio de 44 cm y con la menor altura alcanzó el testigo sin aplicación de 40 cm. En el desarrollo de hojas en plantines de cedro, el nivel 10g tuvo mejor efecto con 9.8 hojas promedio por planta, el nivel 5g con 9.53 hojas, siendo el testigo quien desarrollo un menor número de hojas con 9.33. En la variable diámetro tallo presentan diferencia estadística altamente significativas logrando valores de 7.32 mm los con niveles de 10g, nivel 5g con 6,89 mm y testigo con 6.42 mm mostrando un menor diámetro en el tallo de los plantines de cedro. Los resultados nos muestran que el guano de islas o conocido como bioajo contiene nutrientes que permite un mayor crecimiento de las plantas porque mejora la porosidad y el pH del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para incremento de la altura de la planta.

## ABSTRACT

The research was carried out in the San Pablo Canton of the Municipality of Caranavi, Caranavi Province, located 172 km northeast of the city of La Paz, between the parallels 15° 47' 23" South Latitude and 67° 32' 49" West Longitude and at a approximate height of 1250 meters above sea level. The research consisted of the production of *Cedrela Odorata* L plants in a nursery for their definitive transplant in the field, applying two levels of 5 and 10g of bio-red fertilizer for every 2kg of substrates made up of different proportions of materials. The evaluation considered four variables; survival percentage, plant height, stem diameter and number of leaves. The results obtained for the survival percentage of cedar seedlings at 90 days after ringing, produced with the application of different levels of bio-red fertilizer, show that level 10 and 5g influence a higher survival percentage with 93.75% and 88.75%, however in the control it was lower with a lower percentage of 82.5% survival. For the height variable, they showed a highly significant difference between treatments where the plants with the application level (10g of bio-red fertilizer + 2 kilograms of substrate) had the highest heights of 48.2 cm, followed by the 5g treatment with an average of 44 cm and with the lowest Height reached by the control without application of 40 cm. In the development of leaves in cedar seedlings, the 10g level had the best effect with 9.8 average leaves per plant, the 5g level with 9.53 leaves, the control being the one that developed a lower number of leaves with 9.33. In the variable stem diameter, there is a highly significant statistical difference, achieving values of 7.32 mm in those with levels of 10g, level 5g with 6.89 mm and control with 6.42 mm showing a smaller diameter in the stem of the cedar seedlings. The results show us that island guano or known as bio-red contains nutrients that allow greater plant growth because it improves the porosity and pH of the soil, making the biological characteristics provide the appropriate conditions for increasing the height of the plant.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo forestal cobra cada día una mayor importancia en los diferentes países del mundo y es un factor clave en la generación de bienes y servicios, como fuente de materias primas para elaborar diversos productos a base de madera y celulosa, además de proporcionar combustible para muchas familias alrededor del mundo. Desde el punto de vista ambiental, los bosques, constituyen el principal sumidero de carbono y forman parte de las acciones para amortiguar el cambio climático (Pérez, 2018).

Los bosques han sido parte importante de la vida social, cultural, económica e incluso espiritual de las culturas bolivianas durante siglos. En la actualidad, la mitad del territorio de Bolivia se encuentra cubierto por diferentes formaciones boscosas, que van desde la región alto andina, hasta las llanuras de inundación. Estos bosques son importantes por sus funciones ambientales, esenciales para el bienestar humano, que incluyen la regulación del clima regional y local, el mantenimiento del carbono, la seguridad hídrica y la prevención de riesgos, la formación del suelo y la seguridad alimentaria (Andersen y Ledezma, 2019)

El 2019 se quemaron un total de 5.358.492 hectáreas de bosque, esto es 3.431.368 hectáreas más que el año 2014, donde el área total quemada fue de 1.927.124 hectáreas. El 2020, hasta mediados de septiembre, se registran ya 2,3 millones de hectáreas quemadas, sin embargo, según la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT), en la gestión 2023 Bolivia perdió un total de 3.518.708 hectáreas de bosques. Por ello, no sorprende que Bolivia ocupe el séptimo lugar en el ranking de los países que perdieron mayor superficie de bosque en los últimos 25 años a nivel mundial (ABT, 2023: p. 22).

Actualmente si bien existen programas de cooperaciones para un aprovechamiento sostenible de los recursos maderables y manejo del bosque, la misma no es suficiente. Esta explotación ilegal de los bosques es de gran magnitud y en complicidad con las autoridades. Para revertir esta situación se requiere de programas y proyectos de forestación y reforestación de parte de las instituciones locales y comunidades, para la producción masiva de plantas, lo cual requiere del conocimiento de una serie de técnicas e investigación, considerando para ello el manejo de las especies forestales (PIAF-CEIBO, 2003).

La calidad de la planta se relaciona directamente con las etapas de crecimiento de un árbol. La vida de un árbol se inicia con el proceso de germinación, el suelo del vivero no siempre reúne las características adecuadas para la producción de plantines en las especies forestales; es decir, el sustrato debe permitir, en general, una buena germinación y en particular, un buen desarrollo de las plántulas en su etapa inicial que de ello dependerá el buen desarrollo de plantines de cedro (*Cedrela odorata* L.) y futuro árbol maderable (Villafuerte, 2017).

### 1.1. Antecedentes

El Guano de Islas es el producto proveniente de la alimentación de las aves marinas como Guanay (*Phalacrocorax bougainvilli*), Piquero (*Sula variegata*) y Pelicano (*Pelecanus thagus*) con especies hidrobiológicas como la anchoveta, sardina y pejerrey, que luego de ser procesadas en sus aparatos digestivos, deyectan en las islas y puntas del litoral peruano, formando grandes reservas que en el transcurso de 5 a 7 años se convierten en unos de los mejores abonos naturales orgánicos del mundo debido a su alto contenido de nitrógeno y fósforo (Agro Rural, 2018: p. 3).

MIDAGRI (2023: p. 26), menciona que el 35% del N (33% amoniacal y 2% nitrato) presentes en el guano de isla o biorrojo se encuentra disponible y de fácil asimilación para la planta y el 65% restante se encuentra en forma orgánica; además el biorrojo posee de forma disponible fósforo en forma de anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ) y potasio como óxido de potasio ( $K_2O$ ), siendo capaces de mejorar la vida del suelo en su capacidad nutritiva.

Rengifo (2014), determinó el efecto de cuatro abonos orgánicos con diferentes dosis en el crecimiento en diámetro y altura en plantines de Cedro (*Cedrela Odorata* L.) a los 140 días de repique en fase de vivero en Huánuco, Perú. Los abonos utilizados fueron humus de lombriz, guano de la isla, gallinaza, y bocashi en proporciones de 10, 20 y 30% para cada abono. Asimismo, estos fueron mezclados con tierra preparada (tierra agrícola 50%, aserrín descompuesto 33,33% y arena fina 16,67%). Aplicó un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial de 4 por 4, y concluyó que la interacción de los abonos con diferentes dosis influye en el incremento en diámetro, altura y biomasa de plantines de cedro. El mayor incremento en diámetro fue obtenido con humus de lombriz en un 30%, mientras que el mayor incremento en altura fue obtenido con gallinaza en un 30%. La mayor cantidad de biomasa para hojas, tallos y raíces se obtuvo con humus en un 30%

Winston (2011), en un estudio realizado en la “Evolución del efecto de guano de isla en el crecimiento del Cedro (*Cedrela Odorata L*) y guaba (*Inga edulis C. Martius*). Al evaluar la fertilización con guano de isla, determinó, “mejor crecimiento en el Cedro e Inga edulis, con alturas de 56.36cm y 48.1cm; asimismo los diámetros del fuste alcanzaron dimensiones de 0.75 cm y 1.07 cm en un periodo de 6 meses, con la aplicación de 100 gramos por planta en campo definitivo. Por lo tanto, el mismo autor refiere a que una buena fertilización, resulta plantas de buena calidad y vigorosidad resistentes a factores adversos.

Vásquez (2019), en su investigación “Influencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el desarrollo de Cedro (*Cedrela Odorata L*) en fase de vivero” en Tingo María Perú en la variable altura de los plantines, evaluados desde el ápice hasta la base del tallo de la planta, esta evaluación se realizó a partir del día 20 de ser repicado, posteriormente la evaluación fueron cada 30 días, obteniendo cuatro evaluaciones de altura. A los 110 días posteriores al repique del cedro, reporta que hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados. Coeficiente de variación fue 7.88%. Donde la aplicación del fertilizante orgánico guano de isla en dosis de 5 gramos por planta (T5), presento mayor efecto sobre la altura total del Cedro. Alcanzando un valor promedio de 21.48 cm, siendo seguido por el estiércol de cuy en dosis de 5 gramos (T6), una altura promedio total de 20.42 cm. El mismo autor encontró resultados en la variable diámetro tallo, empleando fertilizante orgánico guano de isla en dosis de 5 gramos (T5), obtuvo mayores valores promedio en diámetro con 6.75 mm, seguido por el tratamiento, también con fertilización orgánica estiércol de cuy en dosis de 5 gramos (T6), con diámetro promedio de 6.13 mm.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En Bolivia el aprovechamiento forestal sin planificación adecuada de la especie forestal *Cedrela odorata L.* ha provocado que esté en la lista de especies condicionadas o en peligro de extinción, provocando una fragmentación de los bosques disminuyendo sus poblaciones naturales de la madera, acompañada del cambio climático que provoca la escasa producción de semilla con variación en épocas, periodicidad e intensidad de producción de semillas, situación que genera escaso abastecimiento para los programas de reforestación y recuperación de la biodiversidad forestal de esta especie y otras.

El principal problema existente en la producción de plantines en la zona es el tipo de sustrato que se utiliza en vivero, no siempre reúne las características adecuadas para la germinación y desarrollo inicial en plantines de especies forestales; donde un buen sustrato a utilizar debe permitir en general, una buena germinación, buen desarrollo de las plántulas en su etapa inicial, que de ello dependerá el buen prendimiento del futuro árbol, con alta vigorosidad libre de enfermedades, lo cual esta preparación requiere del conocimiento de una serie de técnicas de manejo, investigación y estrategias para la producción de plantines forestales en vivero, que sea de manera natural, como es la aplicación de abonos orgánicos que no dañen el medio ambiente y favorezcan al desarrollo de plantines forestales.

¿Cuál será el efecto de la aplicación de diferentes dosis de abono biorojo en el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de plantines de cedro (*Cedrela odorata* L.) en etapa de vivero en San pablo – Caranavi?

### **1.3. Justificación**

Con la presente investigación se pretende dar una alternativa de solución al problema que presenta la zona, contrarrestando el manejo de abonos químicos con abonos naturales de buena calidad en los viveros forestales, contribuyendo con información técnica clara y a menor costo que todavía aún no existe en la producción de especies forestales en especial en plantines de Cedro de la región, aplicando diferentes niveles de abono biorojo o guano de isla en la producción, que no dañen al suelo ni al medio ambiente, permitiendo el desarrollo de plantines con mayor vigorosidad, lo que se traduce en campo una buena adaptación, cuidado del medio ambiente y generación de ingresos a largo plazo por la producción de madera.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de abono biorojo en el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de plantines de Cedro (*Cedrela odorata* L.) en fase de vivero en San Pablo, Caranavi.

#### 1.4.2. Objetivos específicos

- Comparar el incremento en altura, diámetro y número de hojas de los plantines de cedro (*Cedrela odorata* L.) en fase de vivero, aplicando diferentes dosis de abono bioorgánico en el periodo de estudio.
- Cuantificar el porcentaje de sobrevivencia de los plantines de Cedro (*Cedrela odorata* L.) en condiciones de vivero, por tratamiento al final del periodo de estudio.
- Analizar los costos en la producción de plantines de cedro por tratamientos.

#### 1.5. Hipótesis

- **Ho:** Aplicando diferentes dosis de abono bioorgánico no existe ningún efecto significativo en el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia en plantines de cedro (*Cedrela odorata* L.) en fase de vivero en San Pablo Caranavi.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Ecología y distribución del cedro

El cedro es un árbol del neotrópico originario de América, distribuido por el nuevo mundo, desde el Norte de México hasta el Norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe hasta las tierras bajas de Centro y Sur América, exceptuando Chile. Ampliamente esparcido por los bosques húmedos de altitudes bajas de la América tropical y el pie de los cerros de la mayoría de Sudamérica hasta una elevación de 1200 m.s.n.m. Oriundo aparentemente de las Antillas Mayores y Menores hasta Trinidad y Tobago. También nativo en la América tropical continental. La distribución ha sido extendida por cultivo, los árboles individuales se encuentran por lo general esparcidos en los bosques mixtos semi-siempre verdes o semi-caducifolios dominados por otras especies (Villafuerte, 2017).



Fuente: (Villafuerte, 2017).

**Figura 1. Mapa de distribución de *Cedrela odorata* en el mundo.**

En Bolivia, el cedro se encuentra en los bosques húmedos tropicales, subtropicales y templados, en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Beni, La Paz, Pando, Tarija y Chuquisaca, siendo la especie de mayor distribución e importancia comercial considerada como una especie frecuente en la región de Guarayos y principal en el resto de las regiones. (CATIE, 2019).

El cedro es una especie oportunista en el sector de Caranavi y Alto Beni se encuentra distribuido entre los 400 y 1200 m.s.n.m. en bosques submontanos, con poca frecuencia en bosques de transición amazónica y rara vez en bosques montanos húmedos, en suelos profundos comúnmente franco arenosos y moderadamente ondulados. Está asociada con las siguientes especies forestales: corocho, ajo ajo, wilca, paquio, quina quina, laurel, lujma, peroto y bibosi (PIAF – Ceibo, 2003: p. 80).

## 2.2. Descripción dendrológica del Cedro

**Árbol:** Los cedros son árboles de tamaño mediano a grande, alcanzan 14 a 40 m de altura o más y hasta 2.5 m de diámetro, tronco recto, más o menos cilíndrico estrechándose al extremo; aletones de 3-5 hasta 3 m de altura, 10 a 20 cm de grosor y hasta 1.58 m de ancho en la base. Se describe a *Cedrela odorata* como un árbol grande decíduo que varía mucho en tamaño y grosor de acuerdo con las condiciones ambientales de la zona (Rodríguez, 2021).

**Copa:** La copa es ancha y tiene forma redondeada, semiglobosa, muy amplia de follaje verde claro, las ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes (Armijos, 2013).

**Fuste:** Es recto, bien formado, bastante cilíndrico, con contra fuertes en la base. A más de la mitad de la altura del árbol se forma la copa de ramas ascendentes y gruesas, en forma de cúpula, la corteza es agrietada y desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada a rojo pardo (Díaz, 2013).

**Corteza:** Superficie del tronco fisurada con canales rojizos; corteza muerta endurecida, quebradiza. Corteza viva fragante, laminas sobrepuestas, varia de rosado a rojo oscuro en la capa externa, cambiando a rosado claro y crema amarillenta al interior. Total puede tener hasta 3 cm de grosor o espesor (Minga y Verdugo, 2016).

**Hojas:** Compuestas paripinadas, alternas, dispuestas en espiral, a veces imparipinnadas, con el folíolo terminal poco desarrollado; mide 20 a 100 cm de longitud, 10 a 22 folíolos opuestos o alternos. Las hojas son de color verde oscuro en la cara superior y verde pálido a verde amarillento en la cara inferior; despide fuerte olor a ajo al estrujarse y sabor amargo (Villafuerte, 2017).

**Flores:** La flor es una inflorescencia en panícula (tirso) axilares o terminales de unos 25-35 cm de longitud o más, las flores solitarias son de pequeñas a medianas de 9 a 11 mm de longitud, color crema, olorosas. El pecíolo de 2 mm longitud; cáliz con cinco sépalos, aproximadamente de 4 mm de longitud, los sépalos libres desde la base; corola con 5 pétalos libres, alargados; androceo con los filamentos parcialmente libres, de aproximado 2 mm longitud; pistilo con ovarios súpero, estilo columnar y estigma discoide (Rodríguez, 1996).

**Fruto:** Son cápsulas elipsoides con lenticelas, color marrón claro seco, leñoso, colgante en manojos hasta 30 cm longitud; miden 3 a 5 cm de longitud, se abren por 4 ó 5 valvas o laminillas leñosas (tipo capsula) (Marcelo *et al*, 2015).

**Semillas:** Las semillas de cedro son aladas color pardo elípticas, en uno de sus extremos se encuentra el embrión y el otro extremo posee una lámina que le facilita su dispersión por el viento, tienen forma aplanada y lisa, de 1 a 3 de largo y entre 5 a 8 mm ancho, la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, firme, carnoso, amargo, blanco y opaco (Armijos, 2013).

### 2.3. Clasificación taxonómica

El género *Cedrela* según su taxonomía pertenece a la familia Meliaceae, la cual incluye alrededor de 50 géneros y 550 especies distribuidos por todas las regiones tropicales del planeta (Blandon, 2019).

Reino: Plantae

Filo: Angiospermophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Cedrela*

Especie: *Odorata*

Nombre científico: *Cedrela odorata* L

Actualmente se han incrementado dos especies más, haciendo un total de nueve las especies de *Cedrela* distribuidas en América tropical, abarcado desde México hasta Argentina (Chiles, 2016: p. 37).

- ✓ *Cedrela fissilis* Vellozo
- ✓ *Cedrela lillui* C. de Candolle
- ✓ *Cedrela montana* Moritz ex Tuezaninov
- ✓ *Cedrela oaxacensis* C. de Candolle y Rose
- ✓ *Cedrela odorata* Linnaeus
- ✓ *Cedrela salvadorensis* Standley
- ✓ *Cedrela tonduzii* C. de Candolle
- ✓ *Cedrela balansae* C. de Candolle

#### 2.4. Fenología del árbol de cedro

**Foliación:** Especie perenne, decidua, la cual durante los meses de junio a septiembre permanece con escasas hojas (solo 25 % de follaje), coincidiendo con una baja pluviosidad. A partir de octubre se inicia la brotación de las hojas, la cual incrementa paulatinamente hasta diciembre, época de mayor temperatura y precipitación (16° C y 50 mm respectivamente).

A partir de diciembre y continuando hasta mayo alcanza su plenitud de foliación, donde la especie permanece con su follaje completo (100%), coincidiendo con temperaturas 16 °C y precipitaciones mayores a 80 mm (Prado & Valdebenito, 2000).

**Floración:** La formación de botones florales se inicia en noviembre (25%), permaneciendo este proceso hasta enero, mes cuando se forman las flores hasta febrero (50%). La temperatura durante este período es de 18 °C. A partir de marzo comienza el descenso de la floración y se inicia la formación de los frutos (Roa, 2020, p.7).

**Fructificación:** El período de fructificación de esta especie comprende de enero a septiembre, coincidiendo con una escasa precipitación. La formación de los frutos comienza en enero (25 %) y durante febrero y marzo los árboles presentan frutos verdes (50 %). Entre mayo y junio se alcanza la plenitud (75 %) de frutos coincidiendo con su madurez. Por lo general, en junio los frutos están maduros y abiertos, período en el cual

las temperaturas alcancen 11 °C y la precipitación es inferior a 5 mm, la ausencia total de frutos comienza a partir de septiembre (Prado & Valdebenito, 2000).

## 2.5. Requerimientos edafo-climáticas

**Suelo:** El cedro crece en suelos de topografías variables, pero en general requieren un buen drenaje. No se desarrolla bien en suelos superficiales y con capa freática superficial. El cedro puede ser muy demandante en cuanto a sus requisitos de suelo, ya que es encontrado comúnmente en arcillas derivadas de piedra caliza y derivados de rocas volcánicas (Ultisoles). Un denominador común son los suelos bien drenados (en países como México, Trinidad y de América Central) donde presenta buen crecimiento. La fertilidad del suelo puede ser también importante, ya que en algunas pruebas el cedro creció de mejor manera en los suelos enriquecidos con los restos quemados del bosque secundario (Gasparri, 2016).

**Clima:** Las diferentes especies de *Cedrela* son adaptadas a varios tipos climáticos: templado húmedo, subtropical de altitud y tropical. En Brasil, *Cedrela odorata* acepta el régimen de precipitación variable desde 750 mm (Morro do Chapéu) hasta 3.700 mm (Serra de Paranapiacaba), con un déficit hídrico desde nulo (región del sud de Brasil) que puede durar hasta 6 meses (norte de Minas Gerais). En Bolivia puede llegar a desarrollarse en zonas con hasta 5000 mm (zona del Chapare, parcelas permanentes del Valle de Secta) (Laura, 2015).

Requerimientos climáticos.

- Altitud: 0 – 1.200 msnm
- Precipitación: 1.200 – 2.000 mm
- Temperatura: 18 – 30 °C

## 2.6. Plagas y enfermedades

*Hypsipyla grandella* Zeller es un insecto perteneciente a la familia Pyralidae, orden Lepidóptera. El ataque de este insecto al Cedro y Caoba ocurre tanto en la etapa de vivero, como durante su adaptación y crecimiento en el campo. La mayor incidencia de ataques sobre *Cedrela*, puede atribuirse a sustancias secundarias, que actuaron como atrayentes sexuales del insecto (Arreola & Patiño, 1987).

Hay dos especies de *Hypsipyla* en los Neotropicos: la *Hypsipyla grandella* Zeller y la *Hypsipyla ferrealis* Hampson, y una especie de importancia en el viejo mundo: la *Hypsipyla robusta* Moore (Entwistle, 1968; Newton *et al.*, 1993), siendo la H. *grandella* y la H. *Robusta* las especies principales que ocasionan daños a las Meliáceas (Rodríguez, 2021: p. 65).

La broca de cedro o mariposa de los brotes provocada por la especie *Hypsipyla grandella* es el patógeno más importante para esta especie, ya que constituye un factor limitante para su cultivo. La broca del cedro daña la yema terminal de las plántulas desde los 2 años, pero también a veces en árboles hasta 10-20 años, provocando un desarrollo arbustivo o la muerte de la planta. El lepidóptero pone sus huevos en la base del peciolo y abre un túnel de más o menos 60 cm, las larvas penetran directamente en los tejidos, dejando poco tiempo para realizar tratamientos químicos (Delgado, 2005).

El ciclo cultural de ataques dura entre 4 a 10 semanas y empieza con el período de lluvia. De forma general, los ataques sucesivos paralizan el desarrollo del cedro. No se conoce una solución eficiente para controlar este riesgo, ya que los ataques pasan generalmente en los viveros, en las plantaciones o en la regeneración natural. Las plantaciones específicas, únicamente formadas por cedros, están generalmente invadidas por el patógeno, al no contar con los controladores biológicos naturales volviendo el incremento medio anual muy bajo (inferior a 4m<sup>2</sup>/ha/año), lo que inviabiliza el objeto comercial (Josué, 2011: p. 34).

El control de enfermedades del cedro es muy difícil, pero se puede intentar combinar los siguientes métodos:

**Físico:** Trampa luminosa al principio de las estaciones de lluvia.

**Cultural:** Eliminando las ramas atacadas, evitar las plantaciones puras en pleno sol (la luz es favorable para el desarrollo del patógeno) y con alta densidad, elegir lugares propicios para el buen crecimiento de las plántulas para que estas salgan rápidamente de su fase sensible. No obstante, la dosificación de la luz es delicada porque el exceso de sombra puede provocar un fracaso en las plantaciones (Delgado, 2005).

**Biológico:** Utilizar algunos parasitoides de los huevos de las orugas: *Trichogramma sp* y *Hypomicrogaster hypsipylae*. También se puede utilizar productos a base de *Metarhizium*

*anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*, que sean aplicados antes que las orugas penetren las ramas. Para recuperar arboles atacados por la broca del cedro, se necesita practicar podas correctivas anuales durante los tres primeros años (Gonzales, 2005).

## **2.7. Usos y Aplicaciones del cedro**

La madera es muy apreciada por su alta calidad, muy trabajable y durable, con secado fácil, tanto en estufa como en aire libre; siendo una madera generalmente con pocos defectos y fácil de procesar mecánicamente. Características físico-mecánicas muy buenas y excelente estabilidad dimensional.

Se usa en carpintería, mueblería fina, puertas, ventanas, ebanistería, instrumentos musicales, escultura, tallados, molduras, chapas decorativas, revestimientos, contrachapados, entre otros (Toledo *et al.*, 2008).

También es considerado un árbol melífero rico en néctar y polen, utilizado en la crianza de abejas como proveedora de néctar, polen y propóleos. De la madera se extraen aceites volátiles y perfumados, como la del cedro del Líbano, también de la madera y la corteza se produce una serie de taninos (Bolfor, 1996).

El árbol es empleado como ornamental en muchos lugares del Neotrópico. Las hojas son empleadas como forraje en algunas localidades. Además, tienen aplicación médica en la que los aceites volátiles extraídos pueden inhibir el desarrollo del *Staphylococcus aureus* y de *Escherichia coli* (Lago *et al.*, 2004).

Asimismo, es utilizado en medicina popular como reconstituye, tónica, astringente, vermífuga, febrífuga, en la lucha contra el asma y artritis. Los árboles se pueden utilizar como cortina rompe vientos, cercas vivas, protección de cultivos y en el control de erosión y conservación de suelos (Armijos y Sinche, 2013).

## **2.8. Generalidades de un vivero forestal**

El vivero forestal es un lugar especialmente destinado a la producción o reproducción de plantas forestales, ornamental, frutal y medicinal su objetivo es obtener plantas de calidad que tiene como finalidad que brinde una buen crecimiento y supervivencia de las plántulas en el menor tiempo posible. Entre los componentes fundamentales de un vivero están:

terreno de buenas características, cercas, fuentes seguras de agua, plántulas y semillas, buenos viveristas, herramientas, recursos económicos y clientes. Entre los componentes complementarios están: depósito de herramientas, cortinas rompe vientos, caminos, equipo permanente de riego, maquinaria y germinadores (Pastor, 2020, p.19).

### **2.8.1. Tipos de viveros forestales**

Existen diferentes tipos de viveros forestales se clasifican según la duración que tengan, pueden ser permanentes o temporarios; según el tipo de producción, serán plantas en envase o a raíz desnuda y según el tamaño, pueden ser pequeños (menor a 50 000 plantas por año), medianos o grandes. Cada uno de estos tipos de vivero tiene su propio diseño y manejo (Palacios, 2013).

### **2.9. Propagación sexual de las plantas**

La semilla es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa, el éxito con el cual este nuevo individuo se establece en tiempo, lugar y vigor de la plántula, está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla pero hay factores externos que no todo el tiempo van a ser favorables como el suelo, clima, competencia y depredación entre otros, las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene como carbohidratos, lípidos, proteínas, son de gran importancia para el éxito del establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Monteverde, 2016, p.11).

### **2.10. Características de los sustratos**

Los sustratos son materiales sólidos o soportes físicos diferente al suelo, que pueden ser naturales, de síntesis o residual, mineral u orgánico, y que, introducidos en una maceta, en forma pura o en mezcla, facilitan el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte. El sustrato debe contener una buena relación en la composición de arena, tierra vegetal y tierra del lugar, variando de acuerdo a las especies y al lugar. Debe tomarse en cuenta la disponibilidad de los materiales pudiendo sustituirse algún componente con varias opciones, como por ejemplo, lama (limo), cascarilla de arroz, cortezas de árboles, turba, tierra negra, etc. (Delgado *et.al.*, 2005).

El sustrato debe ser homogéneo presentar un buen drenaje y una buena retención de humedad. Tiene como función proporcionar a las plantas sostén mecánico, a la vez

permite que las raíces se desarrollen de forma adecuada proporcionándoles aire, agua y principalmente nutrientes, condiciones que requiere la planta para su crecimiento (Feican, 2011).

El sustrato puede ser de distinta composición, debe ser suelto recomendando la siguiente relación, 50 % Tierra del lugar, 30 % tierra negra o arena y 20% puede ser abonos orgánicos o estiércoles dependiendo del lugar donde se encuentra o produce plantines (Ecured, 2020).

### 2.10.1. Tipos de sustratos

Según por su naturaleza los sustratos se clasifican en:

**Cuadro 1. Tipos de sustratos**

Materiales orgánicos	Viruta de madera
	Turba o tierra de monte
	Cascarilla de arroz
	Tierra negra
	Humus
	Residuos de coco
	Compost
	Estiércoles de animales
Materiales Inorgánicos	Arena
	Tierra volcánica
	Lana de roca
	Perlita
	Grava
	Vermiculita

Fuente: (Isidoro, 2020)

### 2.11. Manejo del sustrato en la producción de plantines

Un sustrato es considerado todo aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o mezclado con diferentes insumos, que permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, permitiendo un buen desarrollo y soporte e los plantines. Además, genera las condiciones adecuadas para que

las raíces puedan realizar correctamente el suministro de nutrientes por absorción (Armijos *et al.*, 2013).

Por otra parte, Varela (2017: p. 36), indica que el sustrato se conoce como una mezcla o combinación de material natural o sintético, que la planta utilizará como alimento y soporte durante su desarrollo. En la actualidad se utiliza la combinación de varios componentes: arena de río, arena volcánica, arcilla, turba, vermiculita y perlita entre otros, las mezclas en distintas proporciones que permiten obtener la característica química y física adecuada. Los aspectos principales que se deben considerar a la hora de seleccionar un sustrato: aireación, porosidad, densidad, pH, capacidad de campo, nutrientes y minerales.

### **2.11.1. Características del sustrato**

La elección, preparación y uso correcto de un sustrato es clave para la producción de plantas de alta calidad y vigorosidad. Existen muchos componentes con diversas características que según combines dan resultados diferentes. Las propiedades de los sustratos de cultivo que se deberían analizar:

**Propiedades Físicas:** Debe presentar una buena porosidad, densidad aparente, textura y Estructura, se deben evitar suelos arenosos porque no retienen el agua ni los fertilizantes como también evitar suelos muy arcillosos por ser compactos que no permiten la penetración del agua (Ecured, 2020).

**Propiedades químicas:** La reactividad química de un sustrato, es la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva, que alimenta las plantas a través de las raíces, debe tener una capacidad adecuada de nivel de nutrientes asimilables, Baja salinidad y baja velocidad de descomposición (Castillo, 2010).

**Propiedades biológicas:** La actividad biológica en los sustratos es perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes y pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida.

Las propiedades biológicas de un sustrato son:

- Velocidad de descomposición: que es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y

contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

- Efectos de los productos de descomposición: los efectos biológicos de los sustratos orgánicos, se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.
- Actividad reguladora del crecimiento: existe actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos, utilizados en los medios de cultivo (Borjas, 2008).

### 2.11.2. Componentes del sustrato

**Suelo agrícola o del lugar:** Se denomina suelo del lugar a la utilización de material del área donde se realizará la producción de plantines considerándose tierra del lugar, donde se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre que esta biológicamente activa o material fértil, que proviene de la desintegración o alteración física o química de las rocas y residuos de materia orgánica de origen vegetal con diferente valor nutricional (Varela, 2017).

El suelo es un componente fundamental del ambiente, natural y finito, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y micro-organismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones vitales para la sociedad y el planeta.

**Tierra negra o tierra de bosque:** La turba es un material orgánico de descomposición lenta que está constituido por elementos de la descomposición vegetal y de formación natural procedentes de zonas altas y zonas tropicales con presencia de bosques. Es uno de los materiales más usados como sustrato, tanto en jardinería como en agricultura y pueden ser procedentes de diferentes zonas.

La tierra negra le da riqueza a la textura del suelo ya que es el resultado del deterioro de la materia orgánica, ya sea de origen animal o vegetal de ahí su color oscuro. Entre las principales funciones de la tierra negra esta: proporcionar una adecuada circulación de aire a las raíces y la capacidad de retención del agua ya que son factores importantes para el crecimiento de la planta (Portal frutícola, 2019: p. 62).

**Pollinaza o abono natural:** La industria avícola, debido a su producción intensiva tiene el potencial de proveer además de huevo y carne, materiales de desecho orgánico y de calidad como la gallinaza o pollinaza, denominando este nombre a las excretas provenientes de aves de engorda o pollos parrilleros desde la etapa de inicio hasta la salida al mercado, que es la mezcla con desperdicio de alimento, plumas y materiales usados como cama (aserrín o cascarilla de arroz) (Rivera, 2015).

La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo. La calidad de la gallinaza y su potencial en el aporte de nutrientes depende de varios factores alimentación tipo de cama y otros. La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor aporte nutricional a las plantas permitiendo un buen desarrollo e incremento de la producción (Guigues, 2019).

### **2.11.3. Mezcla o preparación del sustrato**

Van (2006: p. 16), indica que la mezcla utilizada para el Sustrato de vivero debe ser de textura liviana, suelta de color negro o bastante oscuro estar limpia y libre de impurezas. Además que pueda desmenuzarse a mano o pulverizarse en una zaranda; y más que todo debe ser rico en elementos nutritivos.

Al respecto Agrorural (2018), indica que las mezclas a realizarse para el repicado de plántulas mucho dependerán del material disponible localmente; sin embargo se debe tomar en cuenta el porcentaje del estiércol y otros; porque la variación en uno de estos provocará muchas desventajas (enfermedades y crecimiento lento). Las cuales tampoco se desarrolla en los lugares de plantación definitiva y por consiguiente en los estudios que mejor resultado dio es:

- 5 Partes de tierra del lugar (50%)
- 3 Partes de tierra negra (turba) (30%)
- 1 Parte de arena (10%)
- 1 parte de estiércol (10%)

## 2.12. Preparación del almacigo

Es un sitio que favorece la germinación de la semilla de forma masiva, brinda todas las condiciones necesarias para ello, como ser humedad, temperatura, aireación, nutrientes y luz. En almacigo se debe tener cuidado con la limpieza para no contaminar con enfermedades a las plantas nuevas. Los almacigos pueden tener diferentes formas dependiendo del tipo de semilla que se trabaje (Delgado *et al.*, 2005).

## 2.13. Cosecha y manejo de la semilla de Cedro

Tanto el crecimiento del cedro como su reproducción están sincronizados con el comienzo de las lluvias. Florece al comienzo de la temporada lluviosa cuando las nuevas hojas comienzan a expandirse. El desarrollo de los frutos toma aproximadamente de 9 a 10 meses y las capsulas maduran durante la siguiente temporada seca, conforme el follaje va cayendo siendo los meses de febrero a mayo la cosecha (Nina, 1999).

Los frutos se recolectan directamente del árbol, antes que las capsulas se abran, normalmente, basta con sacudir fuertemente (halar y empujar) las ramas cargadas de frutos para que se desprendan. Previamente, se tiende una lona o sarán bajo el árbol para reducir el contacto del fruto con el suelo y facilitar el acopio (ABT, 2023).

**Secado de la fruta:** Conforme los frutos se secan, las valvas se abren naturalmente y liberan las semillas. Usualmente las valvas comienzan a abrirse para el segundo o tercer día. Cuando los frutos se empiezan a abrir, se pueden sacar al sol en las zarandas, durante periodos muy breves (1-2 horas al día), utilizando los periodos de menor exposición solar, para que terminen de abrir (Basfor, 2000).

**Extracción de la semilla:** Cuando las cápsulas han abierto completamente, se retiran de las cajas tratando de dejar únicamente la semilla, separando algunos frutos que no abrieron. En caso de ser necesario, se sacuden las cápsulas abiertas para desprender las semillas (Pennington y Muellner, 2010).

**Secado de la semilla:** EIA (2014), asegura que es conveniente asolear la semilla por una hora, removiéndola en forma suave y constante para que seque completamente. También recomienda colocar las semillas al sol por un periodo de 4 a 5 horas (por la mañana), para que sequen las alas.

**Limpieza de la semilla:** Las semillas son desaladas frotándolas suavemente con las manos, lo cual debe hacerse sobre un cernidor. En el proceso de limpieza, se puede usar un ventilador manual a velocidad baja para eliminar basura y semilla vana. La limpieza puede culminar colocando la semilla en un recipiente con agua a temperatura ambiente por un periodo de tres minutos; esto ayuda a separar semilla vana y basuras que flotan (CABI, 2018).

**Rendimiento:** Un kilogramo de semilla con ala contiene 60 % de semilla buena, 16 % de semilla vana y 24 % de basura (Basfor, 2000).

### **2.13.1. Siembra de las semillas**

**Semillas del Cedro:** Son de forma aladas, color pardo, elíptica, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior. Un kilogramo de semilla con ala contiene 60 % de semilla buena, 16 % de semilla vana y 24 % de basura (Bimadi, 1998).

La densidad está relacionada con el tamaño de las semillas, en forma inversamente proporcional, lo cual significa que a mayor cantidad de semillas por unidad de peso será mayor la densidad de siembra y viceversa. Una siembra de alta densidad favorece el desarrollo de hongos y también existe mayor competencia entre plántulas por agua, nutrientes y espacio para el desarrollo de raíces (Van, 2006: p. 16).

La densidad de siembra está en función con el tamaño de la semilla y su cantidad está en función del número de plantines que se pretende obtener (Delgado *et al.*, 2005).

### **2.14. Técnicas de siembra**

Ríos y Carmona (2016), menciona que las semillas de cedro son suaves no se recomienda escarificarlas, lo que sí es recomendable remojar en agua 8 a 24 horas antes del almacigado para acelerar la germinación que puede ser de 20 a 30 días y las técnicas de almacigado para la germinación son las siguientes:

**a) Al voleo:** Distribución de la semilla en toda la superficie de la almaciguera, procurando que la densidad de las mismas en el sustrato sea uniforme, evitando densidades no deseadas, técnica adecuada para semillas pequeñas cubriéndose con fina capa de sustrato cernido (CITES, 2019).

Una forma de facilitar la distribución uniforme, sino existe práctica en empleo de la técnica es utilizando un recipiente de vidrio que tenga una tapa metálica donde puede realizarse pequeños orificios de tal manera que permite salir las semillas. Una parte de las semillas se mezcla con dos partes de arena fina (seca) en el inferior del envase y se usa en forma de salero (Agrorural, 2018).

**b) En surcos:** Se coloca la semilla en surcos de profundidad no mayor a su diámetro; estos surcos podrán ser perpendiculares o paralelos el eje mayor de almaciguera cubriéndose con una fina capa de sustrato cernido (Castillo, 2010).

Si las semillas quedan a mayor profundidad, la germinación no tiene energía suficiente para emerger a la superficie, muriendo en el intento.

## **2.15. Protección de la almaciguera**

Es recomendable cubrir el almácigo con materiales que eviten la pérdida de humedad del sustrato, como por ejemplo, pajas, ramas, malla semisombra, etc. Una vez que emergen las plantas se procede a proveer de simisombra, elevándola conforme van creciendo los plantines. Se retira pocos días antes del repique (Delgado *et al.*, 2005).

Feican (2011: p. 12), menciona que la semilla requiere temperatura de 20 – 25 °C y una humedad de 70 a 80 %. Para lograr estas condiciones, se cubre el almácigo con una cobertura de paja ó plástico. Esta cobertura puede crear condiciones para el ataque de la chupadera fungosa y/o deformar los plantines que van emergiendo durante la germinación. Por lo que debe retirarse una vez iniciada la germinación de la semilla.

Las plántulas requieren corrientes suaves de aire y luz solar, considerando que la exposición de los plantines a los rayos solares debe ser gradual, conveniente entonces retirar la semisombra progresivamente hasta dejarla totalmente expuesta al sol.

Estos se consiguen disminuyendo poco a poco la densidad de la capa de paja de la semisombra. El riego será con lluvia fina, usando una regadera con una aplicación

frecuente pero con pocas o escasa agua de manera que el sustrato se mantenga húmedo, evitando que exista acumulación de agua que pueda facilitar la propagación de hongos y bacterias (Muñoz, 2022).

## **2.16. Germinación**

La germinación de la semilla es el desarrollo del embrión hasta la formación de la planta. Durante la germinación ocurre una serie de cambios bioquímicos, consistentes principalmente en la solubilización de los azúcares, proteínas y grasas de reserva, que sufren variaciones para poder ser asimilados (Feican, 2011).

Durante la germinación ocurren una serie de cambios bioquímicos constantes principalmente en la solubilización de los azúcares, proteínas y grasas de reserva; que sufren variaciones para ser asimiladas. El agua es un elemento determinante para el inicio y desarrollo normal de la germinación. Está se suministra por medio de riego, la acción combinada de otros factores como los rayos solares; el oxígeno y la temperatura ambiente del lugar; permite iniciar el proceso de la germinación.

Las etapas de germinación son parecidas a todas las especies; la semilla se hincha, luego la radícula se desarrolla y forma la raíz primaria que generalmente tiene un crecimiento precoz para permitir la fijación de la plántula en el sustrato, luego la germinación continua hasta desarrollar la parte aérea como el tallo, las ramas y las hojas (Castillo, 2010: p. 8).

## **2.17. Presencia de enfermedades**

Durante el proceso de desarrollo de plantines, debe darse seguimiento continuo a la presencia de plagas y enfermedades para su control oportuno, usando insecticidas y funguicidas (Delgado *et al*, 2005).

Vimadi (1998), menciona que la presencia de enfermedades más frecuentes y las más devastadoras es el dampig-off (chupadera – hongo negro), es una enfermedad producida por el ataque de una o varias de estos hongos: *Rhizoctonia sp.*, *Phytium sp.* y *Phytophthora sp.* Estos hongos se encuentran en la tierra donde se instala el vivero; puede ser transportada con el agua de riego y es posible también que se encuentre en el aire. Los mismos se desarrollan en condiciones favorables: Excesiva sombra, alta humedad en el sustrato, alta humedad del aire sobre el almácigo, presencia de hierbas y uso de sustrato orgánico.

### **2.17.1. Tipo de germinación del cedro**

El tipo de germinación de la semilla del cedro es epigea porque los cotiledones sale encima del suelo como en la mayoría de las plantas, donde los primeros días de su vida los plantines se alimentan de ellos hasta que su raíz tenga la capacidad de absorber agua y nutrientes del suelo. Aunque las semillas de cedro no requieren de tratamiento previo a la siembra, se logra una germinación uniforme cuando esta se sumerge en agua circulante por 24 horas antes de la plantación. Luego, se pasan a los semilleros con sustrato especializado o arena de río, lavada y desinfectada (Roa, 2020).

## **2.18. Bioinsumos naturales**

### **2.18.1. Guano de Islas o Biorojo**

De acuerdo a Borjas (2008), este abono es conocido con diferentes nombres como: bio rojo, guano rojo y guano de islas que es la mezcla de excrementos, plumas y restos de aves guaneras recibe el nombre de guano de isla y es el fertilizante orgánico más completo del mundo, por lo que ha tomado gran importancia en el desarrollo del sector agrícola. Feican (2011), menciona que el guano de isla contiene mayor porcentaje de nutrientes que otros fertilizantes orgánicos con un 12% de nitrógeno, 11% de fósforo y 2% de potasio, y tiene el potencial de mejorar las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, al igual que todos los fertilizantes orgánicos, su composición es variable y requiere análisis.

El guano rojo o biorojo es un abono natural 100% ecológico, fosilizado producto de las heces de aves marinas existentes en los desiertos de Atacama y Tarapacá y también en el vecino país del Perú. Producto proveniente de las heces de aves marinas de miles de años de acumulación, el material a encontrar en el mercado puede ser puro o formando parte de la fórmula de algún fertilizante comercial determinado. Incluso, podemos verlo formando parte o como ingrediente en un sustrato prefabricado (Nelson, 2014).

### **2.18.2. Origen del guano rojo.**

Históricamente, el uso del guano rojo proveniente de aves marinas, data de la época de los changos, quienes lo usaban como intercambio con los pueblos originarios que vivían en las alturas. Utensilios encontrados en las capas profundas del guano fosilizado, han

probado que se utilizó este fertilizante en tiempos muy antiguos, a partir de la época de la colonia (Caballero, 2013).

El guano palabra de origen quechua, es un sustrato natural, resultado de la acumulación masiva de excrementos de aves marinas y otros animales, en ambientes áridos, en donde se fosiliza (Huamán, 2021).

### **2.18.3. Mineralización de la materia orgánica**

Los hongos y las bacterias conforman la flora microbiana benéfica que está presente en el guano de las islas. La flora microbiana lo componen millones de microorganismos, la materia orgánica es metabolizado y por la acción de las enzimas suceden reacciones de oxidación, convirtiendo los compuestos orgánicos complejos (hidratos de carbono, vitaminas y proteínas) en sustancias simples inorgánicas, como sulfato ( $SO_4$ ), nitrógeno nítrico ( $NO_3^-$ ), nitrógeno amoniacal ( $NH_4^+$ ), potasio ( $K^+$ ), calcio ( $Ca^{++}$ ), magnesio ( $Mg^{++}$ ), potasio ( $K^+$ ), en forma iónica, que los vegetales consumen los nutrientes. Es un proceso bioquímico denominado mineralización (Agrorural, 2018).

### **2.18.4. Propiedades nutricionales del guano**

Dada su excelente calidad como fertilizante orgánico, el guano rojo es utilizado como abono para la agricultura, pues concentra un alto contenido de componentes esenciales para el crecimiento de las plantas, entre ellos nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca). Estas cualidades lo convierten al guano rojo en un producto muy apreciado, especialmente en la agricultura ecológica (Caballero, 2013). También es importante saber que, al tratarse de un producto natural y extraído de diferentes zonas, su composición puede ser variable de un lugar a otro y por lo tanto sus valores no son exactos entre partidas. (Nelson, 2014).

**Cuadro 2. Composición nutricional del guano rojo o biorrojo**

CONTENIDO	COMPOSICION
Nitrógeno	10-13%
Fosforo	14_20%
Potasio	2-3%
Calcio	1.5 -1.6%
Sodio	1.07%
Carbón Orgánico	8.29%
Materia orgánica	10-25%
Silicio	0.36%
Magnesio	0.02%
Hierro	200 ppm
Azufre	0.5-3 ppm
Boro	0.1 ppm
pH	6.5 – 7%

**Fuente:** (González, 2011).

Asimismo, el guano de isla favorece el desarrollo y crecimiento de las plantas, lo que permite acortar el periodo vegetativo e incrementar los rendimientos. Sin embargo, es necesario evaluar la dosis y frecuencia adecuada según el cultivo (González, 2011).

#### **2.18.5. Métodos de aplicación del guano**

Las formas de aplicación del guano dependen del tipo de cultivo sobre el que se aplica, lo que muestra la versatilidad de este producto (MAR, 2011).

- Frutales: aplicar localizado en la base del árbol a unos 8 a 12 cm de profundidad.
- Hortalizas: aplicar con 15 a 20 días de anticipación a la fecha de sembrado o trasplantes.
- Jardines: aplicar en forma homogénea en la superficie de la tierra.

#### **2.18.6. Dosis o niveles de aplicación**

El guano rojo tiene diferentes formas de aplicación como:

Aplicación de forma directa al suelo: Se aplica como abono directo a la tierra, en la superficie del sustrato cada 30 a 45 días, según las necesidades que manifieste cada planta. Utilizando las siguientes dosis recomendadas, (SAG-INDAP, 2005: p. 11).

**Aplicación de forma sólida** (Palomo, 1999).

- Plantas pequeñas: de 5 a 10g.
- Plantas medianas: de 25 a 50g
- Plantas grandes: de 50 a 100g.
- Árbol nuevo: de 100 a 250 g.
- Árbol adulto: de 250 a 500g.
- Césped: sobre 1kg por cada 10 ó 15 metros cuadrados

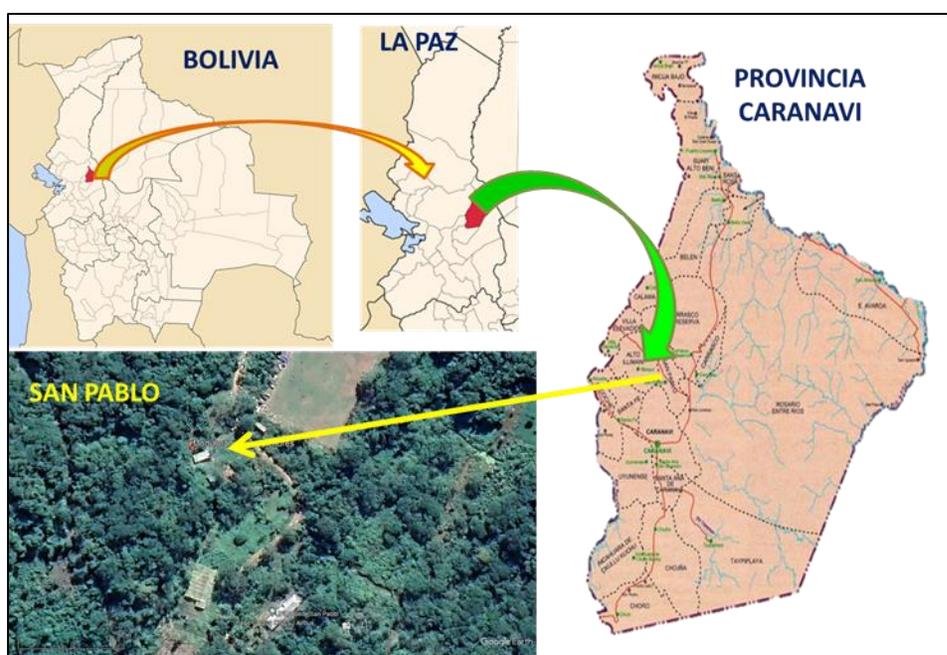
**Aplicación del guano rojo en el agua de riego:** Para su aplicación como fertilizante líquido, se puede diluir entre 10 y 50 gramos de Guano rojo en un litro de agua sin cloro. Si es posible, se recomienda incorporar oxígeno a la solución entre 24 y 72 horas, con el fin de aumentar la actividad microorganismos benéficos en la solución, para incorporarlo, nos puede servir una bomba de aire para acuarios o simplemente agitar el agua varias veces al día (Wait, 2005).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en la colonia San Pablo perteneciente a la provincia Caranavi, ubicado a una altitud de 1250 m.s.n.m. Geográficamente está localizado 15° 47" 23" de latitud sur y 67° 32" 49" de latitud norte con respecto al meridiano de Greenwich (PTDT- Caranavi, 2015-2020).



Fuente: Elaboración propia

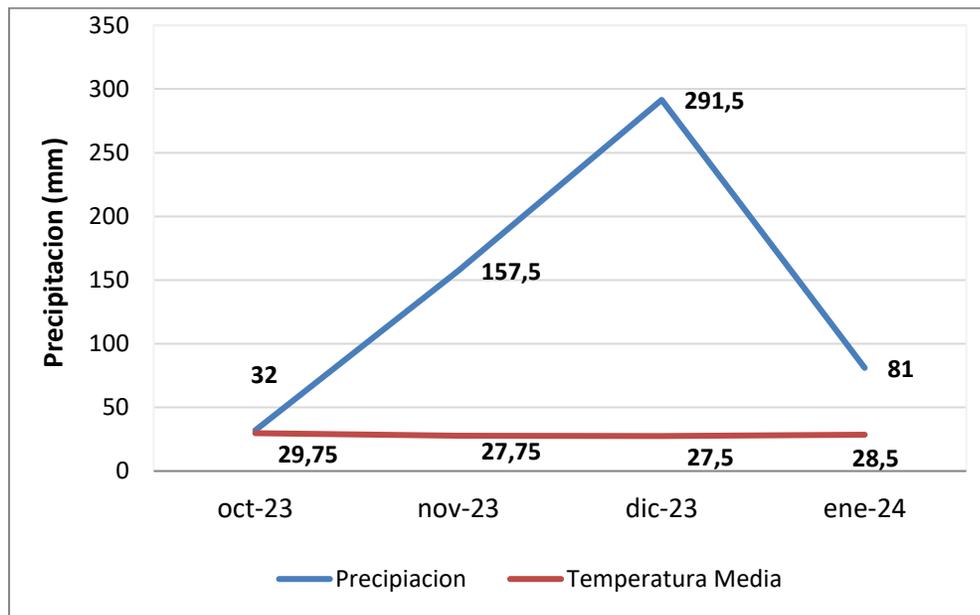
Figura 2. Mapa de ubicación del trabajo de investigación

#### 3.1.2. Características Edafoclimáticas

##### 3.1.2.1. Clima

Caranavi presenta un clima variado que puede ser catalogado como templado (en las zonas más altas) a clima subtropical y tropical (en las zonas bajas), donde las temperaturas medias anuales oscilan entre los 19 a 26 °C, la precipitación pluvial entre 1500 a 2000 mm/año, y la humedad relativa ambiental entre 60 a 70 %, en la zona alta presenta temperaturas frías durante las noches en los meses de mayo a septiembre (PDTI- Caranavi, 2015-2020).

### 3.1.2.1.1. Datos climáticos actuales de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia en base a SENAMHI 2023-2024

**Figura 3. Temperatura y precipitación de la zona de estudio**

Según la figura 3 la precipitación registrada durante el trabajo de investigación efectuada desde el mes de octubre de 2023 a enero de la gestión 2024 muestra que las lluvias con mayor intensidad registradas en la zona de estudio fueron en el mes de diciembre con 291.5 mm por metro cuadrado, noviembre 157 mm y el mes de enero con 81mm y la más baja precipitación registrada es en el mes de octubre con 32 mm por metro cuadrado y en cuanto a la temperatura promedio por meses la más alta se registró en octubre con 29.75 °C, noviembre y diciembre 27.5 °C siendo las más bajas durante la gestión 2023.

Estos datos son necesarios para realizar una interpretación correcta debido a que la cantidad de humedad, precipitación y temperatura influyen de manera directa en el desarrollo de los plantines, tomando en cuenta que el trabajo de campo se realizó el almacigo en el mes de octubre y el repicado se dio el 14 de noviembre del 2023 hasta el 10 del mes de febrero del 2024.

### 3.1.2.2. Suelo

Los suelos de los Yungas en general se han originado por sedimentaciones pluviales jóvenes, y son en su mayoría de textura franco arcillosa a arenosa, con una estructura de

tipo bloque angular medio y fino, con un pH que varía desde 4,5 hasta 5,5; existiendo zonas donde el pH es ligeramente más bajo existiendo problemas de absorción de calcio y magnesio debido a los altos porcentajes de acumulación de aluminio y fierro (PTDI-Caranavi, 2015-2020).

### **3.1.2.3. Flora**

Se clasifican las zonas agroecológicas, identificando todos los tipos de vegetación que se presentan en las diferentes áreas, en función a los pisos altitudinales existentes, la flora es heterogénea y mixta, con especies de árboles y arbustos que se mantienen siempre verdes donde se han determinado dos zonas boscosas, bosque húmedo montano y bosque nublado per húmedo (PTDI - Caranavi, 2015 - 2020).

En el PTDI también menciona que los cultivos más importantes de la Provincia Caranavi como fuente de generación de ingresos económicos están primero el café, cítricos, cereales, bananos, plátano, cacao, papaya, palto, mango, té, coca y algunos cultivos anuales como la yuca y hortalizas que se destinan para el consumo familiar.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de estudio**

Los insumos que se emplearon en la siguiente investigación son las siguientes:

- Semilla de cedro
- Abono Biorrojo (guano de isla)
- Turba o tierra de monte
- Pollinaza
- Tierra de lugar

### **3.2.2. Material de campo**

Los materiales de escritorio que se emplearon en la investigación son las siguientes:

- Bolsitas polietileno 15 x 23 cm
- Pala
- Picota
- Carretilla

- Rastrillo
- Regadera
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Balanza calibrador
- Regla vernier
- Tablero de registros
- Marcadores
- Azadón
- Cintas de color
- Alambre tejido

### **3.2.3. Material de escritorio**

- Computadora
- Calculadora
- Impresora
- Marcadores
- Hojas bond

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Desarrollo del ensayo**

#### **3.3.1.1. Recolección de la semilla**

Las semillas de cedro se recolectaron del lote del Ingeniero Sandro Bladimir Blaz, localizado en Alto Beni del departamento de La Paz Provincia Sud Yungas, para lo cual se seleccionaron los árboles de buenas características fenotípicas mayores a 20 años; las semillas se colectaron aproximadamente ½ kg del mismo se seleccionaron 1000 unidades de forma manual para el almacenado, descartando semillas vanas o defectuosas.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 4. Recolección y selección de cedro de Alto Beni**

#### **3.3.1.2. Adecuación del vivero**

El trabajo de campo se realizó en el vivero forestal de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Sede San Pablo Caranavi de la Universidad Pública de El Alto, como primer paso se realizó la delimitación del área de 5 x 4 metros a utilizar, posterior se hizo la limpieza del terreno, eliminando rastros, piedras y hojarasca, luego se hizo la nivelación y demarcación de terreno, colocando los puntos para colocar las estacas en los bordes como medio de protección de animales con alambre tejido galvanizado alrededor de toda el área de ensayo.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 5. Vivero forestal Sede San Pablo – Agronomía UPEA**

### **3.3.1.3. Almacigado de la semilla**

El almacigo se realizó en camas de germinación en el piso utilizando como material tablas de madera para colocar el sustrato, empleando arena desinfectada como sustrato, ahí se colocaron las 1000 semillas de cedro.

El almacigado de cedro (*Cedrela odorata* L.) se realizó el mes de octubre del 2023, en surcos distanciados a 2 cm entre hileras y semillas. Luego, se cubrió con arena a una profundidad de dos veces su diámetro; finalmente, se compactaron con la ayuda de una madera para que la arena entre en contacto directo con las semillas, de manera que soporten los riegos y no afloren, posterior a ello para mantener la calor, temperatura y humedad se tapó con hojas de chusi, que permitió el paso del 50% de la luz solar y mantuvo la humedad. El riego se realizó con una regadora de 10 lt. 24 horas antes de la siembra e inmediatamente después de esta labor, se trató de mantener la arena de la cama de almácigo a capacidad de campo.

Monteverde (2016), menciona que la arena es una de las sustancias más utilizada en la mezcla de sustratos que permite una buena aireación y drenaje previniendo encharcamiento de las raíces, creando condiciones ideales para la germinación, la emergencia y el crecimiento de las plántulas. Para la preparación del sustrato del

semillero, la arena debe ser de grano fino ya que las impurezas minerales que se encuentran en las arenas de colores naturales benefician el crecimiento de las plántulas.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 6. Enfilado y tapado de las semillas**

#### **3.3.1.4. Porcentaje de germinación**

Este dato se tomó mediante observación directa de manera periódica hasta alcanzar el máximo de semillas germinadas hasta los primeros 30 días es decir se contabilizaron cuantas semillas germinaron en la almaciguera.

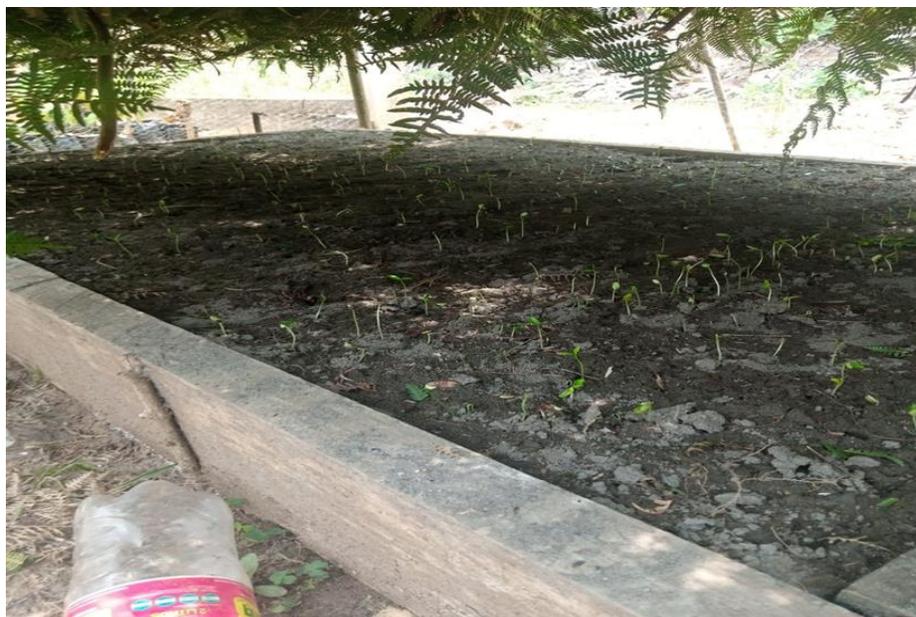
Para determinar el análisis de calidad de las semillas de cedro se realizó el procedimiento de determinación de porcentaje de pureza, porcentaje de germinación donde se pesó 1000 semillas con el objetivo de determinar la viabilidad de las semillas, obteniendo un peso de 32.7g. Posterior las semillas fueron remojadas durante 24 horas en agua de mesa (pura vida) para evitar contaminación y posterior fueron almacenados en las platabandas o camas de almacigado, manteniendo una temperatura promedio de 18°C.

Efectuada la prueba de germinación se tuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 3. Prueba de germinación de 1000 semillas de cedro**

<b>Especie</b>	<b>Peso de 1000 semillas (g)</b>	<b>Inicio y finalización de la germinación (días)</b>	<b>Semillas germinadas (Unidades)</b>	<b>Germinación (%)</b>
<b>Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)</b>	32.7	10-30	860	86

**Fuente:** Santander. N, (2023)



**Fuente:** Santander. N, (2023)

**Figura 7. Germinación de las semillas de cedro a los 10 días después del almacigado**

### **3.3.1.5. Colecta de sustrato para el repique**

En el ensayo se utilizó tres tipos de sustrato como: tierra del lugar que fue sacado de la misma área o zona de estudio, turba o tierra bosque y pollinaza como abono natural. La tierra del lugar y la turba de bosque fueron colectadas de la zona o Cantón San Pablo de los predios de la Carrera de Agronomía, tomando en cuenta que no estén contaminadas. Las relaciones utilizadas fueron según las recomendadas por Agrorural (2018), teniendo las siguientes relaciones 70% de tierra del lugar, 20% de turba de bosque y 10% de pollinaza como abono natural, posterior a ello se realizó la mezcla homogénea de los tres insumos.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 8. Recolección de los tres sustratos a utilizar**

### 3.3.1.6. Pesado del abono biorrojo o guano de isla

El guano de isla se procedió a pesar para posterior mesclar con los demás sustratos, los niveles que se utilizó fueron de 5 y 10 gramos de guano de isla por cada plata o maceta y como testigo fue sin aplicación, para el ensayo se usó un total de 2 kilos aproximadamente de guano de isla o abono biorrojo.



Fuente: Santander. N, (2023).

**Figura 9. Pesado del abono biorrojo en sus dos niveles de aplicación**

### 3.3.1.7. Desinfección y preparación del sustrato

Se realizó la desinfección del sustrato utilizando cal agrícola, luego se procedió a realizar la mezcla de los sustratos como: suelo o tierra del lugar, pollinaza, guano de las islas y turba descompuesta hasta tener una mezcla homogénea sin restos de hojarasca, piedras y palos que perjudiquen al desarrollo de los plantines de cedro.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 10. Mezcla del sustrato para embolsado**

### 3.3.1.8. Embolsado de sustrato y enfilado

Una vez preparado y desinfectado todos los sustratos se procedieron al llenado en bolsas de polietileno color negro de tamaño 15 x 23 cm, luego fueron acomodados en filas de 3 cada tratamiento, con cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales de acuerdo al diseño del ensayo experimental y posterior se realizó el repique de los plantines de cedro.

El tamaño de las bolsas de repique que se usaron fueron las que se utilizan para la producción de plantines de café en Caranavi, que permiten un mayor desarrollo de la planta por el tamaño y mayor cantidad de sustrato lo que permite una mejor nutrición a la planta mientras esta en desarrollo.

Por otra parte, Quiquin (2018) estudió la influencia del tamaño de bolsas en la calidad del plantín de cinco especies de Cedro en vivero, con el objetivo de determinar el tamaño adecuado de bolsas para el crecimiento. Se probaron 3 tipos de bolsas (12 x 18 cm; 12 x

24 y 15 x 23 cm); alcanzando mayor altura o desarrollo de plantines en bolsa de 15 x 23 cm, cuyo valor fue de 27.42 cm a los 110 días después del repicado, lo cual se traduce en un mayor volumen de sustrato, nutrientes y mayor cantidad de agua.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 11. Embolsado y enfilado de las bolsas**

### 3.3.1.9. Riego

El riego se lo realizó con una regadera plástico de brazo largo con múltiples orificios en forma de roseta que permiten el paso de agua simulando a la lluvia de manera ligera, lo que fue ideal para que el agua llegue a todas las hojas de la plata que se encontraban alejadas del borde y a la maceta donde se desarrollan las macetas y así todas las bolsas o macetas mantengan una humedad constante.

El almacenamiento que contiene la regadera es de 5 litros y la frecuencia del riego se realizó en un tiempo de cada dos días por semana en el primer mes y luego en un periodo de un día por semana hasta su finalización.

### 3.3.1.10. Deshierbe

Se realizó en 10 ocasiones durante el periodo de investigación ya que las malezas compiten por agua, nutrientes y espacio lo que puede provocar alteraciones radiculares de las plántulas.

### 3.3.2. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación, se empleó un diseño experimental de tipo completamente al azar (DCA) para evaluar el efecto de la adición de los diferentes niveles de biofósforo en el sustrato, teniendo 3 tratamientos, 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición con 20 unidades de muestreo (macetas), haciendo un total de 240 plantines evaluadas.

La ecuación del modelo estadístico según Gabriel (2017), que se planteo fue la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_i$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Una observación cualquiera de la variable de respuesta

$\mu$  = Efecto de la Media general

$\alpha_i$  = Efecto de i-ésimo tratamiento (Nivel de biofósforo en el sustrato)

$\varepsilon_i$  = Error experimental

### 3.3.3. Factores de estudio

T1 = 5g abono biofósforo por 2kilogramo de sustrato

T2 = 10g abono biofósforo por 2kilogramo de sustrato

T0 = testigo, sin aplicación de biofósforo

#### 3.3.3.1. Formulación de tratamientos

Tratamiento	Dosis	Repeticiones	Unidad experimental	Total plantas/tratamiento
T0	Tratamiento testigo- sin aplicación	4	20	80
T1	5g de abono biofósforo adicionado en 2 kg de sustrato	4	20	80
T2	10g de abono biofósforo adicionado en 2 kg de sustrato	4	20	80
<b>TOTAL</b>				<b>240</b>

Fuente: Santander. N, (2023)

### 3.3.4. Variables de investigación o respuesta

#### 3.3.4.1. Porcentaje de sobrevivencia (%)

Esta variable fue determinada en base a la relación porcentual entre el número de plantas establecidas por tratamiento y repeticiones y el número de plantas vivas encontrada al momento de la evaluación que fue a la finalización de la toma de datos en campo a los 90 días desde el inicio del repique.

Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (Linares, 2005).

$$(\% \text{ Sobrevivencia}) = \frac{\text{Nro. plantas vivas}}{\text{Nro total de plantas}} \times 100$$

#### 3.3.4.2. Altura de planta (cm)

Para obtener la variable de respuesta en altura planta del cedro en vivero se evaluó tomando en cuenta la medida desde la base de la planta hasta el ápice de la última hoja con la ayuda de un flexómetro expresado en cm. Para ello se tomó como unidad de muestreo a 10 plantas de cada unidad experimental por tratamiento.

La primera evaluación de la altura de plantines de cedro se inició a los 15 días después del repique hasta la finalización que fue a los 90 días, con la ayuda de un flexómetro.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 12. Medición altura planta por tratamiento**

#### **3.3.4.3. Número de hojas**

El dato se registró a los 30 días después del repique. Para la toma de datos de esta variable se tomó como unidad o conteo la hoja imparipinada y no así los folíolos que están en la hoja verdadera o completa. La evaluación se realizó cada 15 días hasta la finalización del trabajo de campo

Para obtener la variable respuesta de número de hojas se evaluó contando la cantidad presente de hojas por planta. Para ello se tomó como unidad de muestro a 10 plantas de cada unidad experimental.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 13. Desarrollo de las hojas por tratamiento**

### **3.3.5. Diámetro del tallo (mm)**

En la obtención de la variable de respuesta en el diámetro tallo se evaluó tomando medidas del tallo a 2 cm de la base de la planta con un vernier presentado en milímetros. Para ello se tomó como unidad de muestro a 10 plantas de cada unidad experimental cada 15 días.



Fuente: Santander. N, (2023)

**Figura 14. Medida del diámetro tallo en plantines de cedro**

### **3.3.6. Análisis estadístico**

#### **3.3.6.1. Análisis de varianza (ANVA)**

Para el análisis de la información obtenida de las variables de respuesta, se utilizó el software estadístico Infostat versión 2020 que está diseñado para realizar análisis estadísticos de aplicación general desarrollado bajo la plataforma Windows. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado (Gabriel, 2017).

Para dicha investigación se realizó el análisis de varianza (ANVA) para cada uno de las variables, en alguno de los valores obtenidos de p-valor la probabilidad fue menor a 0,05 entonces se realizó una prueba de Duncan por ser para temas en campo y ver diferencias entre tratamientos.

### 3.3.7. Análisis económico

#### 3.3.7.1. Beneficio costo (B/C)

El análisis económico es un estudio que se realiza para determinar, analizar y evaluar la interacción entre los distintos actores, en este caso los tratamientos que fueron los niveles de abono biorrojo aplicados en el sustrato, para la producción de plantines de cedro.

De acuerdo a los objetivos planteados, en el presente estudio, se presentan en la tercera parte el análisis de la relación beneficio-costos para producción de plantines de cedro en vivero (Jenkins y Harberger, 2000).

- Valor Bruto del Producto

$$\text{VBP} = \text{Rendimiento} * \text{Precio}$$

- Ingreso Neto

$$\text{IN} = \text{VBP} - \text{CP}$$

- Beneficio/costo (B/C)

$$\text{B/C} = \text{IN} / \text{CP}$$

Donde:

**VBP:** Valor Bruto del producto

**IN:** Ingreso Neto

**CP:** Costo de producción

**B/C:** Beneficio/costo

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Porcentaje de sobrevivencia (%)

**Cuadro 4. Análisis de varianza porcentaje de sobrevivencia**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Tratamientos</b>	254.17	2	127.08	7.04	0.0144 *
<b>Error</b>	162.5	9	18.06		
<b>Total</b>	416.67	11			
<b>C.V.</b>	<b>4.81%</b>				

\*: Significativo

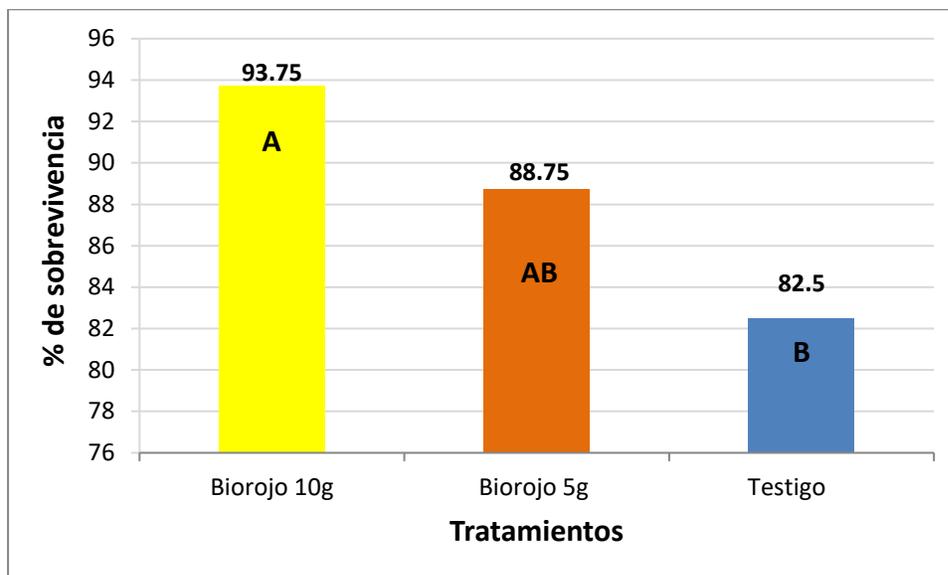
**Fuente:** Santander. N, (2023)

Realizado el análisis de varianza cuadro 4 se presenta los resultados para el porcentaje de sobrevivencia en los plantines de cedro producidos con la aplicación de dos niveles de abono natural biorojo en el sustrato a los 90 días, nos muestra que para los niveles de aplicación de biorojo existe una diferencia estadística significativa, lo que nos indica que la aplicación de biorojo ha influenciado de manera positiva en la sobrevivencia de los plantines de cedro, para verificar los efectos por tratamientos se recomienda la prueba de comparación DUNCAN. El coeficiente de variación presenta un 4.81% lo que demuestra que los datos son confiables y que fueron registrados adecuadamente.

En la figura 15 se muestra la comparación de medias Duncan para el porcentaje de sobrevivencia de los plantines de cedro a los 90 días después del repique, producidos con la aplicación de diferentes niveles de abono biorojo en el sustrato, hace referencia que el nivel 10 y 5g influyen en un mayor porcentaje de sobrevivencia con el 93.75% y 88.75% no mostrando diferencia estadística entre estos tratamientos, sin embargo el testigo fue inferior con menor porcentaje de 82.5% de sobrevivencia.

Con estos resultados en el porcentaje de sobrevivencia de los plantines en vivero se da a diferentes factores como: el estado nutricional de las plantas con la aplicación del abono biorojo, otro factor a esta respuesta se atribuye a las condiciones generadas en el medio como el riego, cuidado y el tamaño de las bolsas de repique, que influye positivamente el crecimiento debido a que entra mayor cantidad de sustrato y la planta tiene disponibilidad de absorber los nutrientes. Como lo confirman Wightman *et al.* (2010) y Tauer y Cole

(2019), mencionando que las respuestas positivas obtenidas en torno al volumen o tamaño de los envases se atribuyen a que las plantas disponen de más espacio para crecer en biomasa radical y absorber nutrientes, puesto que el envase es una barrera física que restringe el desarrollo de la raíz y por ende al tamaño de la planta cuando no es la adecuada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Porcentaje de sobrevivencia de los plantines de cedro a los 90 días

#### 4.2. Altura planta (cm)

Cuadro 5. Análisis de varianza altura planta

Días	SC	CM	Parámetro	Tratamiento	CV %
Día 30	14.66	7.33	p-valor	0.0027 **	6.83
Día 60	41.15	20.5	p-valor	0.0163 *	6.9
Día 90	106.77	53.38	p-valor	0.0086 **	5.67

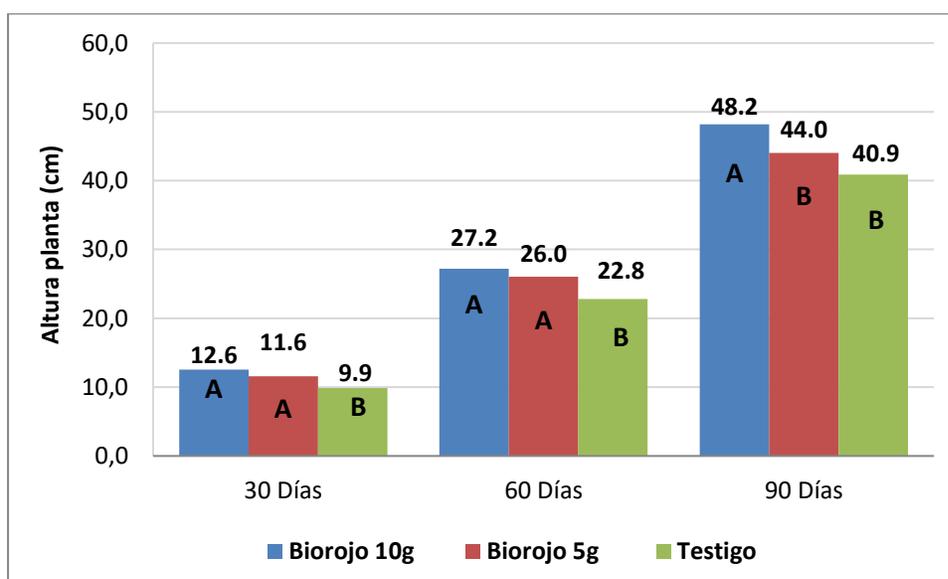
\*: Significativo, \*\*: Altamente significativo

Fuente: Santander. N, (2023)

Cuadro 5 el análisis de varianza muestra que a los 30 días de evaluación después del repique existe una significancia altamente entre tratamientos con un coeficiente de variación de 6.83%, a los 60 días de desarrollo en maceta se manifiesta diferencia

estadística entre tratamiento con un coeficiente de variación de 6.9% y a los 90 días de evaluación realizado el análisis de varianza muestra estadísticamente una diferencia altamente significativa entre tratamiento que fueron los niveles de aplicación de abono biorojo en el sustrato para la producción de plantines de cedro en vivero, estos resultados muestran que la utilización de los diferentes niveles de dosis de guano rojo en los sustratos influyeron de forma positiva en el crecimiento de los plantines durante la investigación.

La investigación muestra un coeficiente de variación a los 30 días de 6.83%, a los 60 días 6.9% y a día 90 después del repique con un 5.67%, lo que indica que los datos tomados durante la evaluación de altura planta son confiables estadísticamente.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 16. Duncan, altura planta a los 30, 60 y 90 días de los tratamientos**

En la prueba DUNCAN figura 16 para la variable altura de los plantines, se puede observar para la toma de datos en los primeros 30 días, no muestra diferencia estadística en el tratamiento 10g y 5g pero existe un crecimiento notable con una mediana de 12.6 y 11.6 cm en cambio el testigo presenta una mediana menor al resto de tratamientos de 9.9 cm. A los 60 días se sigue observando una predominancia de la variable altura en el nivel 10g y 5g con una altura promedio de 27.6 y 26 cm en comparación al testigo con 22.8 cm. A los 90 días el T1 conformado por (10g de abono biorojo + 2 kilogramo de sustrato) muestra una predominancia mayor en el crecimiento con una altura de 48.2 cm en

comparación a los otros tratamientos, seguido del tratamiento 5g con un promedio de 44 cm y con la menor altura alcanzó el testigo sin aplicación de 40.9 cm.

Muñoz (2022), en su investigación aplicación de diferentes tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantines de *Cedrela lilloi* en la variable altura de la planta, se encontró que el tratamiento (1.8 kg suelo agrícola, 15 g guano de las islas y 30 ml EM) son los que reporta mayor altura de planta logrando valores de 40.3 cm respectivamente, haciendo referencia que el guano de isla proporciona nutrientes de fácil asimilación para los plantines lo que permite un mayor desarrollo.

Quiroz *et al.* (2009), comentan que la altura de la planta está relacionada con su superficie de transpiración y su capacidad fotosintética de cada planta, aunque esto implica un sistema radicular adecuado y una buena salud fisiológica. Una de las característica para que haya un mayor desarrollo de los plantines de cedro en nuestra investigación puede ser a que el cedro presenta hojas paripinadas y cada hoja está compuesta por 6 a 8 foliolos lo que le permitió una mayor capacidad de fotosíntesis y por ende un mayor desarrollo como menciona Quiroz y siendo superior a los encontrados por Muñoz.

Rojas (2015), en su investigación evaluó la altura de los plantines de cedro, obteniendo un 43.78 cm de altura de la planta con el tratamiento T2 (guano de las islas al 5g y sustrato de vivero). En la presente investigación, se obtuvo una altura de 44 cm, este resultado es similar a lo obtenido por Rojas.

Los resultados nos muestran que el guano de islas o conocido como biorrojo contiene nutrientes que permite un mayor crecimiento de las plantas porque mejora la porosidad y el pH del suelo, haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas para incremento de la altura de la planta.

### 4.3. Número de hojas de la planta

**Cuadro 6. Análisis de varianza número de hojas por planta**

<b>Días</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>CV %</b>
<b>Día 30</b>	5.22	2.61	p-valor	<0.0001 **	<b>3.02</b>
<b>Día 60</b>	3.35	1.68	p-valor	0.0261 *	<b>6.93</b>
<b>Día 90</b>	0.25	0.12	p-valor	0.1947 ns	<b>2.63</b>

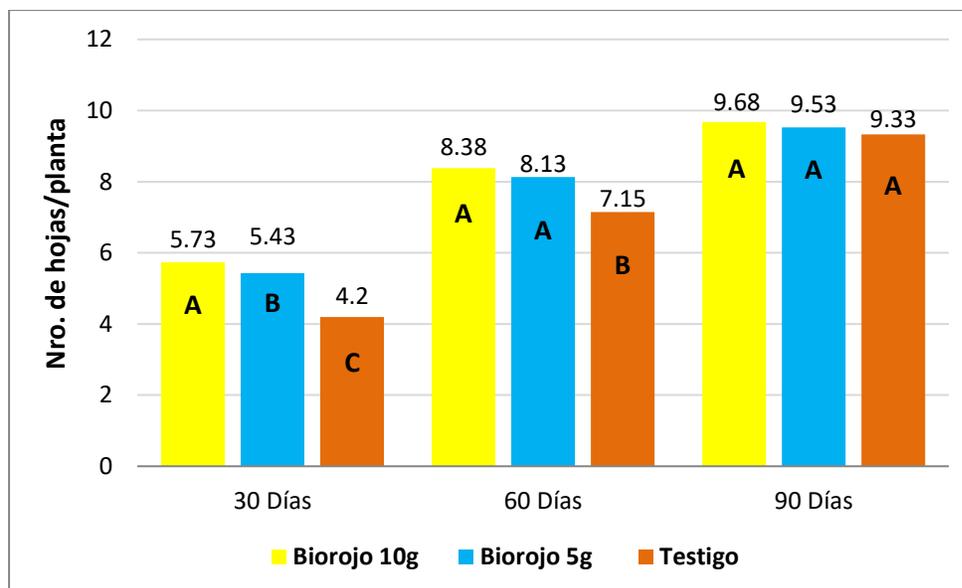
\*: Significativo, \*\*: Altamente significativo, ns: no significativo

**Fuente:** Santander. N, (2023)

El cuadro 6 en el análisis de varianza para la variable número de hojas promedio por planta, a los 30 días de evaluación después del repique los plantines de cedro muestran una diferencia altamente significativa, estos resultados indican que los niveles de guano rojo aplicados en el sustrato muestran un efecto positivo en el desarrollo de las hojas en los plantines, a los 60 días de desarrollo de las plantas en el cuadro muestra una mínima diferencia entre tratamientos y a los 90 días los resultados indican que estadísticamente no existe diferencia entre tratamiento en el número de hojas por planta.

Esta situación de no mostrar diferencia estadística entre tratamientos en el número de hojas por planta en el cedro aplicando diferentes niveles de guano rojo en el sustrato, podría darse debido a que las plantas según van desarrollando pierden sus hojas viejas y desarrollan otras nuevas.

La producción de plantas forestales está condicionada por diferentes factores: por el tipo de sustrato, tamaño del recipiente que se utilizara, por lo tanto debemos pensar en generar buenos sustratos que puedan cubrir los requerimientos edáficos de la especie, con el propósito de obtener plantines de buena calidad y vigor en menor tiempo evitando deformaciones en el sistema radicular que influye en el desarrollo y crecimiento de la planta.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17. Prueba Duncan, número de hojas por planta y tratamiento**

Según la prueba de comparación de medias Duncan figura 17, para el desarrollo de números de hojas en plantines de cedro producidos mediante la aplicación de diferentes niveles de abono biorojo al sustrato. El nivel 10g por cada 2 kilogramo de sustrato, fue el que mejor efecto causó en el desarrollo en número de hojas con 5.73 a los 30 días en comparación a los demás tratamientos, a los 60 días de edad los plantines desarrollaron la misma cantidad de hojas promedio en los tratamientos 10 y 5g siendo superior al testigo y a los 90 días de evaluación los tres tratamientos no muestran diferencia estadística pero sí numérica siendo superior el nivel 10g con 9.68 hojas desarrolladas por planta seguido del nivel 5g con 9.53 hojas en comparación al testigo quien mostró un menor desarrollo de 9.33 hojas por planta en el cedro.

Muñoz (2022), en su investigación aplicación de diferentes tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantines de *Cedrela odorata*. En la prueba de comparación de medias TUKEY en la variable número de hojas por planta, se encontró que los tratamientos T2 (1.6 kg suelo agrícola, 200 g humus de lombriz, 30 ml EM), T5 (1.8 kg suelo agrícola, 15 g guano de las islas, 30 ml EM) y T4 (1.8 kg Suelo agrícola, 30 ml EM) no mostraron diferencia estadística entre ellos, los mismos que logran valores de 8.68, 8.53, 8.33 unidades de hojas por planta respectivamente.

#### 4.4. Diámetro tallo de la planta

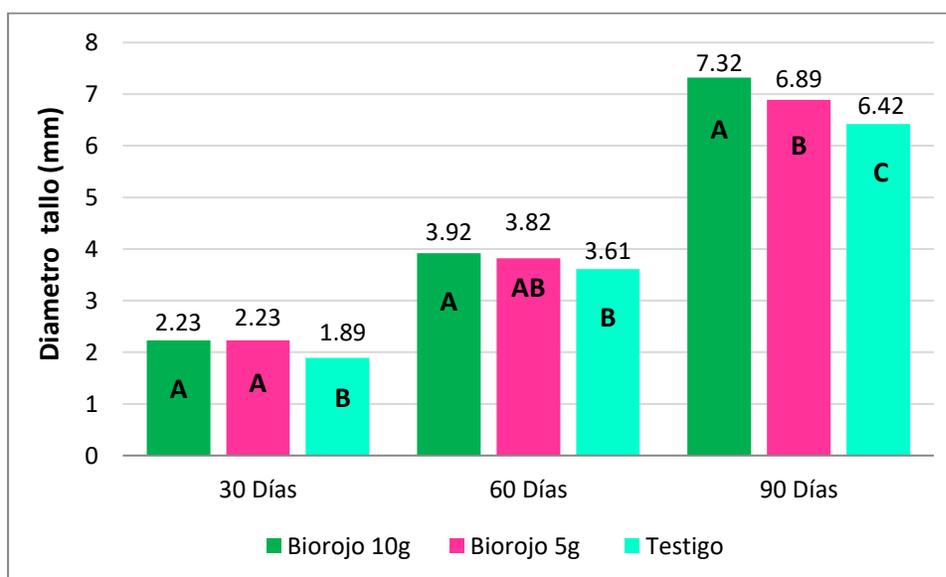
**Cuadro 7. Análisis de varianza en el diámetro tallo de la planta**

Días	SC	CM	Parámetro	Tratamiento	CV %
Día 30	3.00E-01	1.50E-01	p-valor	<0.0001 **	2.48
Día 60	1.90E-01	1.00E-01	p-valor	0.0384 *	3.73
Día 90	1.59	8.00E-01	p-valor	0.0012 **	3.29

\*: Significativo, \*\*: Altamente significativo

Fuente: Santander. N, (2023)

En el cuadro 7, en el ANVA para el diámetro tallo en la producción de platinos de cedro a los 30 días después del repique en el tratamiento niveles de aplicación de guano rojo en el sustrato, se observa una diferencia estadística altamente significativa, a los 60 días existe significancia entre tratamientos con un coeficiente de variación de 3.73% y a los 90 días de desarrollo se muestra alta significación estadística para la fuente tratamientos que son los niveles de aplicación de abono bioajo en el sustrato. Estos resultados dan referencia a que los diferentes niveles de abono bioajo aplicados al sustrato causan algún efecto positivo en el desarrollo del diámetro tallo en los plantines de cedro en las diferentes etapas de evaluación. Para determinar cuál es el mejor tratamiento en el efecto de la variable en estudio, se realizó la prueba de comparación de medias Duncan al 0.05.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 18. Prueba de medias, diámetro tallo por planta por tratamiento**

En la prueba de comparación de medias DUNCAN figura 18, en la variable diámetro del tallo, se encontró que los tratamientos (10g y 5g de guano de islas aplicado por cada 2 kg de sustrato) presentan diferencia estadística durante los 30 y 60 días mostrando un mayor desarrollo del tallo en comparación al testigo sin aplicación, a los 90 días de evaluación el nivel 10g logra valores de 7.32 mm siendo superior en comparación a los demás, nivel 5g con 6,89 mm y testigo con 6.42 mm mostrando un menor diámetro en el tallo de los plantines de cedro.

Prieto *et al.* (2018), indican que la sobrevivencia y vigor de las plantas producidas en vivero se ve en la robustez del tallo. Un diámetro mayor a 5 mm, se consideran resistentes o tolerantes a los daños causados por plagas, y son más resistentes al doblamiento o acame; aunque esto varía con la especie ya sea especies forestales o frutales.

Muñoz (2022), demuestra en su investigación titulada tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantines de *Cedrelinga*, en la prueba de Tukey del carácter diámetro del tallo, se encontró que el tratamiento T5 (1.8 kg suelo agrícola más 15g guano de las islas) los plantines presentaron diferencia estadística, los mismos que logran valores de 5.62, mm respectivamente.

Así mismo Rojas (2015), evaluó el diámetro del tallo en plantines de *Cedrelinga Cateniformis*, obteniendo un diámetro del tallo de 5.12 mm, con el tratamiento T2 (guano de las islas al 10g y sustrato de vivero). En la presente investigación realizado se obtuvo un diámetro de 7.32 mm en plantines de cedro que son parecidos, cuyo resultado es superado con lo obtenido por Rojas.

Vazquez (2019), en su investigación titulada “Influencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el desarrollo de *cedrela lilo* c.dc. “Cedro lila” en fase de vivero, muestra como resultado a los 110 días, realizado la comparación de medias de Tukey con un 95% de confiabilidad, empleando fertilizante orgánico guano de isla en dosis de 5 gramos (T5), obtuvo mayores valores promedio en diámetro con 6.75 mm, seguido por el tratamiento, también con fertilización orgánica estiércol de cuy en dosis de 5 gramos (T6), con diámetro promedio de 6.13 mm. A comparación de los tratamientos sin fertilizante testigo (T9), presento un diámetro promedio de 2.79 mm y el tratamiento con fertilizante

químico; Yaramila complex de 5 gramos (T7), con promedio de 3.56 mm, que registraron diámetros menores que los demás tratamientos.

Los resultados nos muestran que la incorporación de 10g de guano de isla o abono biohojo por cada 2 kg de sustrato en la producción de plantines de cedro en vivero mejora la estructura del suelo, creando sinergia y haciendo que las características biológicas brinden las condiciones adecuadas al sustrato para un mayor desarrollo del diámetro del tallo en la planta, siendo superior a los resultados de Muños y rojas.

#### 4.5. Beneficio costo

**Cuadro 8. Relación beneficio costo por tratamiento**

TRATAMIENTO O NIVEL DE APLICACIÓN	PRODUCCION 1000 PLANTINES POR TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE MORTANDAD	PRODUCCION NETA	PRECIO UNIDAD (Bs/Planta)	Beneficio Bruto (Bs/Tratamiento)	Costo de Producción (Bs)/1000Plts.	BN (Bs)	B/C (Bs)
<b>10g de biohojo/2kg de sustrato</b>	1000	6.25	937.5	7	6562.5	<b>4157.48</b>	2405.03	<b>1.58</b>
<b>5 g de biohojo/2kg de sustrato</b>	1000	11.25	887.5	6	5325	<b>4039.35</b>	1285.65	<b>1.32</b>
<b>Testigo sin aplicación</b>	1000	17.25	827.5	5	4137.5	<b>3921.23</b>	216.28	<b>1.06</b>

Fuente: Santander. N, (2023)

La relación beneficio costo realizado por cada tratamiento en la producción de plantines de cedro con diferentes niveles de abono biohojo aplicados en el sustrato en el cuadro 8, muestra que el tratamiento con mayor retorno económico fue el nivel 10g + sustrato con 1.58, es decir que por cada boliviano invertido se genera u obtiene 58 centavos de ganancia, seguido del nivel 5g + sustrato con 1.32 y el tratamiento testigo tuvo rentabilidad menor a 1.06 en comparación a los demás.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se presentan las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de mortalidad de los plantines de cedro al finalizar el trabajo de investigación a los 90 días después del repique en las macetas, los resultados óptimos muestran que la aplicación o fertilización con abono biorrojo o guano de islas muestran un mejor porcentaje de sobrevivencia en el desarrollo en etapa de vivero con 93.75 y 88.75 en comparación a los plantines sin fertilización con 82.5%.
- Con estos resultados en el porcentaje de sobrevivencia se llega a la conclusión de que la aplicación de abono biorrojo influyo en el estado nutricional de las plantas permitiéndoles buenas condiciones físicas, químicas, biológicas, y un medio adecuado para la nutrición y por ende para su desarrollo.
- A los 90 días de repicado y haber fertilizado con abono biorrojo, el tratamiento con 10g de aplicación por maceta, logró el mejor valor en el en el desarrollo. Obteniendo una altura promedio de 48.2 cm y un diámetro de 7.32 mm presentando una calidad alta, mientras que el tratamiento sin fertilizar, obtuvo una altura menor 40 cm presentando una calidad media, con diámetro de 6.42 mm.
- En el mayor número de hojas desarrolladas por planta durante el ensayo no mostró diferencia estadística, sin embargo se observó un desarrollo mayor en el sustrato que presentaban nivel de 10g de abono biorrojo con presencia de 9.68 hojas promedio por planta, seguido del nivel 5g con 9.53 hojas en comparación al testigo quien mostró un menor desarrollo de 9.33 hojas por planta en el cedro.
- De acuerdo con el análisis económico se obtuvo que los tratamientos con 10g y 5g de aplicación, son rentables ya que su beneficio-costó presentó una ganancia del 1.58 y 1.32 bs, obteniendo una ganancia de 58 centavos por cada boliviano invertido.
- La mejor ganancia obtenida en el presente ensayo fue por la venta de plantines de cedro producidos con la aplicación de 10g de abono biorrojo lo que influyo al desarrollo de una planta de buena calidad y d rápida aceptación por los productores.

## 6. RECOMENDACIONES

- Incentivar la propagación masiva de plantines de Cedro en vivero para su posterior reforestación de esta especie en extinción por la tala indiscriminada de los bosques de la localidad.
- Realizar estudios de propagación de plántulas de otras especies forestales en la localidad, aplicando los mejores tratamientos obtenidos en esta investigación.
- Para futuras investigaciones, en la etapa de vivero, considerar el ensayo aplicando niveles intermedios o mayor al que se utilizó en la preparación de sustrato para la producción de plantines de cedro en vivero.
- Evaluar el efecto de niveles de abono biorrojo o guano de isla en fase de campo hasta o durante el desarrollo de los plantines, para ver el comportamiento y resistencia a factores adversos.
- Realizar estudios similares considerando otras proporciones o niveles de componentes en el sustrato, como también incorporar otros insumos a los sustratos para mejorar su fertilidad y tener mejores resultados.
- Replicar este estudio para su evaluación en épocas seca (invierno) y época húmeda (verano) para tener una alternativa de producción intensiva y su tolerancia a las variaciones climáticas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ABT. 2023. Autoridad de Fiscalización de Bosques y Tierra. Informe 27/23 áreas quemadas en Bolivia. 55pp.
- Agrorural. 2018. Manual de Abonamiento con Guano de las Islas. Ministerio de agricultura y riego p. 45.
- Andersen, L. E., Ledezma, J.C. 2019. Los impactos de la deforestación en la biodiversidad de Bolivia. Blog, SDSN Bolivia. 59 pp.
- Armijos Serrano, Á.; & Sinche Freire, M. 2013. "Distribución y Propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustrato en la hoya de Loja" (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recurso Naturales Renovables, Ingeniería Forestal. (Loja- Ecuador). p.17.
- Arreola, C & Patiño, P. 1987. Influencia de Factores Climáticos en la Incidencia de Ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller, Lep; Pyralidae en Caoba, (*Swietenia microphylla* King) y Cedro, (*Cedrela odorata* L). IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. IV Reunión sobre plagas y Enfermedades Forestales. México. Tomo 1. 301-313 p.
- BASFOR 2000. Fichas Técnicas de Especies Forestales. Centro de Semilla Forestales BASFOR- ETSFOR, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba – Bolivia.
- Bolfor. 1996. Las Plantas Útiles de Lomerio. Santa Cruz Bo 147 p.
- Borjas, R. 2008. Uso de fuentes naturales en la fertilización del café (*Coffea arabica*) var. Caturra en vivero como base para la producción orgánica en la selva central del Perú. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Blandon, C. 2019. Taxonomía del cedro. Obtenido de taxonomía del cedro: <https://www.slideshare.net>.
- Castillo, M. 2010. Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. Madera y bosques, Pag, 8.

- CABI. 2018 (Centre for Agricultural Bioscience International).. *Cedrela odorata* (Spanish cedar). Invasive Species Compendium (en línea). Consultado 10 nov. 2018.
- CATIE. 2019. CENTRO AGRÓNOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE).Técnicas para la Germinación de las Semillas Forestales. Turrialba-Costa Rica: Danida Forest Seed Centre. 2019. ISBN: 9977-57-347-6, p.15.
- CITES. 2019. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. Decimoctava reunión de la Conferencia de las Partes. Colombo, Sri Lanka, (CoP 18 Prop. 57).
- Chiles, I. 2016. Producción de plántulas de *Cedrela montana* moritz ex turcz empleando tres medios de cultivo en el sector de Yuyucocha – Imbabura. (Tesis de Grado). Universidad Técnica del Norte.
- Delgado, E. 2005. Establecimiento y Manejo de Fuentes. Semilleros Publicación FOSEFOR INTERCOOPERATION, COSUDE, La Paz - Cochabamba – Bolivia.
- Díaz, P., Torres, D., Sanchez, Z., y Arevalo, L. 2013. Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero.
- Ecured. 2020. Ambiente necesario para la apropiada germinación de la semilla. [en línea], [Consulta: 10 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/ambiente-necesario-para-la-apropiada-germinacion-de-la-semilla/>.
- Feicán, C. 2011. Manual de producción de abonos orgánicos. Ecuador: INIAP, Estación Experimental Austro.
- Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B. 2017. Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 146 p.
- Gasparri, N. I., y Goya, J. F. 2016. Modelos de crecimiento de *Cedrela lilloi* en el sector norte de la Yungas argentinas. Argentina. Disponible desde:

<http://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/librocedro.pdf>. Acceso 18 de julio 2024.

- Gonzales, D. 2005. Descripción anatómica de once especies forestales de uso industrial en Panamá. Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELE; A), 61 p.
- Gonzales, W. 2011. Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* C. Martius) y pino chuncho, (*Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. Amazonicum (*Huber ex Oucke'*) Barneby) asociados con especies del género heliconia. (Tesis de Grado: Universidad Nacional Agraria de la Selva).
- Guigues, A. 2019. Evaluación de crecimiento de *Cedrela odorata* Y *Grevillea robusta* EN diferentes sustratos durante su fase de propagación, Lima. Perú. 85pp.
- Huamán, E. D. 2021. Fertilización potásica y guano de isla en el rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris* L.), bajo labranza mínima. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho, 2019. [Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – PERU.
- Isidoro, N. 2020. Evaluación de cuatro sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para la reproducción sexual de *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda) en el vivero de la esPOCH. Dspace (Trabajo de Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 115. pp.
- Jaulis, C, Ana Martínez V, Juan Juscamaita, M, Enrique Adama Rojas. Jorge Adama Gómez. 2020. Efecto de la aplicación combinada de abono líquido y sólido en la producción de plantines de café (*coffea arabica*) cultivado bajo condiciones de vivero en Chirinos, Cajamarca, Perú. P. 85.
- Jenkins, G y Harberger, A. 2000. MANUAL ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO DE LAS DECISIONES DE INVERSIÓN (Capítulos de Evaluación Financiera) University of California, Los Angeles
- Josué, S. V. 2011. Producción de (*cedrela odorata* i.) en aserrín crudo los diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. México: tesina.

- Laura, L. P. 2015. Evaluar la respuesta de las semillas de cedro (*cedrela odorata* L.) y su etapa inicial de desarrollo a cuatro tipos de sustratos en el vivero municipal de Coripata. Arapata: tesis. 95pp.
- Lago, J.; Ávila, P.; De Aquino, E.; Moreno, P.; Ohara, M.; Lumberger, M.; Apel, M. y Henriques, A. 2004. Volatile Oils from Leaves Stern Barks of *Cedrela fissilis* (Meliaceae) Chemical Composition and Antibacterial Activities Flavor and Fragrance Journal 19 (5): 448 – 451 p.
- Linares, E. 2005. Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6).
- MARCELO, J. L.; REYNEL, C.; ZEVALLOS, P. 2015. Manual de dendrología forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 86 p.
- MAR. 2011. Ministerio de Agricultura y Riego. Guano de islas "Mejorando tu suelo, mejoras tus cosechas". Información técnica para agricultores. Lima – Perú.
- MIDAGRI. 2023. Ministerio de Agricultura y Riego. Características del guano de las Islas.
- Minga Ochoa, Danilo; & Verdugo Navas. 2016. Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. Cuenca – Ecuador. Don Bosco, 2016, ISBN: 978-9978-325-49-0, pp. 60-61.
- Monteverde, D. 2016. Producción de plantines de cedro en vivero. Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Argentina.
- Nelson, R. C. 2014. Efecto de tres dosis de guano de las islas en el rendimiento de *solanum tuberosum* L. var. huayro en el Zuro, Santiago de Chuco Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Trujillo-Perú.
- Nina Ignacio, M. 1999. Especies Forestales Potenciales para Plantaciones en Bolivia, Impreso en Artes Gráficas Sagitario, La Paz – Bolivia.
- Muñoz T. D. 2022 Tipos de sustratos y microorganismos eficientes en la producción de plantones de *Cedrelinga catenaeformis* ", Kimbiri, Cusco – Perú. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA. 81pp

- Palacios., & Jaramillo. 2016 Diversidad y Conectividad Genética del Cedro (*cedrela odorata, meliaceae*) en Ecuador continental. (Trabajo de Titulación). UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ. Ecuador
- Palomo, G., Iribarne, O & Martínez, M. M. 1999. El efecto del guano de aves marinas migratorias en la comunidad de fondos blandos de una laguna costera del Atlántico SO. Boletín de ciencias marinas, 65(1), 119-128.
- Pastor, J. N. 2020. Utilización de sustratos en viveros. Universidad de Lleida, Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería, España
- Pennington, T. D. & A. N. Muellner. 2010. A Monograph of *Cedrela (Meliaceae)*. Missouri Botanical Garden, St Louis, US A, 112 p.
- Pérez, E. 2018. Elementos para un modelo de desarrollo en plantaciones forestales de la sierra madre occidental, Durango, DGO. México. Tesis PhD. Sevilla, España, Universidad de Sevilla. 549 p
- PIAF-CEIBO. 2003. Programa de Implementaciones Agroecológicas y Forestales Guía de especies forestales del Alto Beni. 196pp.
- Portal- frutícola. 2021. Que es la tierra negra y cuáles son sus usos. [En línea], 2. p.62. [Consulta: 6 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>.
- Prado, L. & Valdebenito, H. 2000. Contribución a la Fenología de Especies Forestales Nativas Andinas de Bolivia y Ecuador. Interoperación. Quito EC. 56 – p.
- Prieto, J. A., García, J. L., Mejía, J. M., Huchin, S., & Aguilar, J. L. 2018. Producción de planta del genero pinus en vivero de clima templado frio. ISBN
- PTDI. 2015-2020. Plan territorial de desarrollo integral para vivir bien. Gobierno Autónomo Municipal de Caranavi.
- Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., & Soto, H. (2009). Vivero forestal producción de plantas nativas a raíz cubierta.

- Quiquin, L. (2018). Influencia del tamaño de bolsa en la calidad del plantón de cinco ecotipos de cedro (*Cedrela sp*) en vivero, Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho
- Rengifo, J. 2015. Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el crecimiento de plantines de Cedro (*Cedrela Odorata L*) en fase de vivero. Tesis Lic. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 159 p.
- Rivera, A. 2015. Estudio de sustratos y biotipos de tara (*Caesalpinea spinosa*) en la producción de plantones a 2310 msnm, Huanta-Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Rios R, C. y Carmona, A. 2016 Producción de cedro colorado (*Cedrela odorata*) con dos nuevas alternativas tecnológicas. Info INIAF, vol.1, n.7, pp. 24-29. ISSN 2308-250X.
- Rodríguez, Dante. 2021). Semillas de especies forestales. [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Autónoma Chapingo. México. 2021. p. 8. [Consulta: 25 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.camafu.org.mx/wp-content/uploads/2021/04/Semillas-de-Especies-Forestales-DART-Dicifo-UACH-1.pdf>.
- Rodríguez, M., 1996. Manual de Identificación de Especies Forestales de la Sub Región Andina, Impreso en los Talleres gráficos de Asociación editorial Stella, Primera Edición, Lima Perú, 489 p.
- Rojas, N. 2015. Efecto de diferentes tipos de sus "Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento inicial de Tornillo (*Cedrelinga Cateniformis* (Ducke) Ducke), en Tingo María" (tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Selva). Repositorio Institucional.
- Roa, S., & Montañó, D. 2020. Cedros de Ecuador: protegidos internacionalmente pero no dentro del país. mongabay. [En línea], (Ecuador). [Consulta: 8 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2020/12/cedros-de-ecuador-proteccion-cites-peligro-traffic>.

- SAG-INDAP, 2005. Pauta Técnica para la Aplicación de Guanos. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Sistema de Incentivos para la Recuperación de los Suelos Degradados. 11p.
- Tauer, P. K. and J. C. Cole. 2019. Effect of fabric and plastic containers on plant growth and root zone temperatures of four tree species. *Journal of Environmental Horticulture* 27:145-148. [ Links ]
- Toledo, M.; Chevalier, B.; Villarroel, D.; Mostacedo, B. 2008. Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas, Cedro, *Cedrela spp.* Proyecto BOLFOR II/ Instituto de Investigación Forestal, Santa Cruz. BO, Editorial Sirena. 29 p.
- UNIVERSIDAD EIA. 2014. Catalogo virtual de flora de alta montaña, [en línea], p.79 [Consulta: 3 de febrero del 2024]. Disponible en: <https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/329>.
- Valera, L; & Garay, V. 2017. Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Tema 3.- propagación asexual de plantas. Bogotá-Colombia., p.103
- Van, A. 2006. Agricultura Orgánica el suelo: sus componentes físicos. 1(3), 17.
- Vásquez, P. L. 2019. Influencia de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el desarrollo de *Cedrela lilloi* c.dc. “cedro lila” en fase de vivero. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero en recursos naturales renovables mención forestales. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA Tingo María Peru. 115pp.
- Villafuerte, P. S. 2017. Propagación sexual y asexual de *cedrela odorata* l. (cedro) bajo invernadero en el vivero de corpusucumbios del consejo provincial de sucumbíos. riobamba- ecuador.
- Vimadi. 1998. Manual de Forestación. Viceministerio de Apoyo al Desarrollo Integral. Ministerio de Defensa Nacional. La Paz – Bolivia.
- Wait, D.A., Aubrey, D.P & Anderson, W.B., 2005. Influencias del guano de aves marinas en islas desiertas: química del suelo y riqueza y productividad de especies herbáceas. *Revista de ambientes áridos*, 60(4), 681-695.

Winston, G. 2011. Evolución del efecto de guano de isla en el crecimiento del Cedro (*Cedrela Odorata* L) y guaba (*Inga edulis* C. Martius) asociados con especie del genero heliconia. Tesis ing. Recursos Naturales renovables. Universidad nacional agraria de la selva. 41 p

Wightman, K. E., T. Shear, B. Goldfarb and J. Haggard. 2010. Nursery and field establishment techniques to improve seedling growth of three Costa Rican hardwoods. *New Forests* 22:75-96. [ Links ]

## 8. ANEXOS

## Anexo 1. Datos de ANVA Variable altura planta

### DATOS DIA 30 después del repique

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA30	12	0.73	0.67	6.83

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.66	2	7.33	12.25	0.0027
Tratamientos	14.66	2	7.33	12.25	0.0027
Error	5.39	9	0.60		
Total	20.05	11			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.5983 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	12.55	4	0.39	A
Biorojo 5gr	11.58	4	0.39	A
Testigo	9.88	4	0.39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### DATOS DIA 60 después del repique

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA60	12	0.60	0.51	6.90

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.15	2	20.58	6.73	0.0163
Tratamientos	41.15	2	20.58	6.73	0.0163
Error	27.52	9	3.06		
Total	68.67	11			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.0578 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	27.18	4	0.87	A
Biorojo 5gr	26.03	4	0.87	A
Testigo	22.80	4	0.87	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### DATO DIA 90 después del repique

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA90	12	0.65	0.57	5.67

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	106.77	2	53.38	8.43	0.0086
Tratamientos	106.77	2	53.38	8.43	0.0086
Error	56.96	9	6.33		
Total	163.73	11			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 6.3292 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	48.17	4	1.26	A
Biorojo 5gr	44.02	4	1.26	B
Testigo	40.89	4	1.26	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 2. Datos ANVA Variable número de hojas

### DATOS DIA 30 NUMERO DE HOJAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA30	12	0.96	0.95	3.02

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.22	2	2.61	109.29	<0.0001
Tratamientos	5.22	2	2.61	109.29	<0.0001
Error	0.22	9	0.02		
Total	5.44	11			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0239 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	5.73	4	0.08	A
Biorojo 5gr	5.43	4	0.08	B
Testigo	4.20	4	0.08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### DATOS DIA 60 NUMERO DE HOJAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA60	12	0.56	0.46	6.93

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.35	2	1.68	5.62	0.0261
Tratamientos	3.35	2	1.68	5.62	0.0261
Error	2.69	9	0.30		
Total	6.04	11			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2983 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 5gr	8.38	4	0.27	A
Biorojo 10gr	8.13	4	0.27	A
Testigo	7.15	4	0.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### DATOS DIA 90 NUMERO DE HOJAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA90	12	0.30	0.15	2.63

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	0.25	2	0.12	1.97	0.1947
Tratamientos	0.25	2	0.12	1.97	0.1947
Error	0.56	9	0.06		
Total	0.81	11			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0625 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 5gr	9.68	4	0.13	A
Biorojo 10gr	9.53	4	0.13	A
Testigo	9.33	4	0.13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Anexo 3. Datos ANVA Variable diámetro tallo****DATO DIA 30 DIAMETRO TALLO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA30	12	0.92	0.91	2.48

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.30	2	0.15	54.62	<0.0001
Tratamientos	0.30	2	0.15	54.62	<0.0001
Error	0.02	9	2.8E-03		
Total	0.33	11			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0028 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	2.23	4	0.03	A
Biorojo 5gr	2.23	4	0.03	A
Testigo	1.89	4	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**DATOS DIA 60 DIAMETRO TALLO**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA60	12	0.52	0.41	3.73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.19	2	0.10	4.79	0.0384
Tratamientos	0.19	2	0.10	4.79	0.0384
Error	0.18	9	0.02		
Total	0.37	11			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0199 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 5gr	3.92	4	0.07	A
Biorojo 10gr	3.82	4	0.07	A
Testigo	3.61	4	0.07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### DATOS DIA 90 DIAMETRO TALLO

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIA90	12	0.78	0.73	3.29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.59	2	0.80	15.61	0.0012
Tratamientos	1.59	2	0.80	15.61	0.0012
Error	0.46	9	0.05		
Total	2.05	11			

#### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0511 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Biorojo 10gr	7.32	4	0.11	A
Biorojo 5gr	6.89	4	0.11	B
Testigo	6.42	4	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Anexo 4. Pesado del sustrato a utilizar



**Anexo 5. Germinación de los plantines de cedro a los 30 días**



**Anexo 6. Edad de los plantines de cedro a repicar**



**Anexo 7. Desarrollo de los plantines de cedro a los 90 días**



**Anexo 8. Toma de datos altura planta**



## Anexo 9. Costo producción tratamiento o nivel de aplicación

COSTOS DE PRODUCCION 1000 PLANTINES TRATAMIENTO NIVEL 5 gr DE APLICACIÓN				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
<b>1. Herramientas de trabajo</b>				
Picota	Unidad	1	30	30
Carretilla	Unidad	1	450	450
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Manguera	Rollo	1	140	140
Mochila fumigadora	Unidad	1	450	450
Alambre tejido	Rollo	1	80	80
Aspersores	Unidad	4	80	320
Malla Raschel	M2	14	3.5	49
Martillo	Unidad	1	25	25
Yute	Unidad	3	3.5	10.5
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de Cedro	Kg	0.5	1000	500
Abono bioorjo	Kg	7.5	15	112.5
Cal agrícola	Bolsa	1	50	50
Insecticida (benzoatech 5,7)	(250g)	1	40	40
Tierra del lugar	M3	2	50	100
Turba de bosque	M3	1	85	85
Arena fina	M3	1	100	100
Gallinaza	M3	1	100	100
Bolsas de repique	Unidad	1000	0.18	180
<b>3. Mano de obra</b>				
Embolsado del sustrato	Jornal	1	80	80
Repique de los plantines	Jornal	1	80	80
Riego	Jornal	6	50	300
Deshierbe	Jornal	2	80	160
Fumigado	Jornal	2	50	100
<b>Total costo mano de obra</b>				<b>720</b>
<b>3. Construcción del vivero</b>				
Nivelación del terreno	Jornal	1	80	80
Plantación de postes	Jornal	1	80	80
Construcción de almacigado	Jornal	1	80	80
<b>Total de producción Tratamiento 5 gr de aplicación</b>				<b>3847</b>
<b>Costo adicional (CA) (5%)</b>				<b>192.35</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO</b>				<b>4039.35</b>

<b>COSTOS DE PRODUCCION 1000 PLANTINES TRATAMIENTO NIVEL 10 gr DE APLICACIÓN</b>				
<b>DETALLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (Bs)</b>	<b>VALOR TOTAL (Bs)</b>
<b>Herramientas de trabajo</b>				
Picota	Unidad	1	30	30
Carretilla	Unidad	1	450	450
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Manguera	Rollo	1	140	140
Mochila fumigadora	Unidad	1	450	450
Alambre tejido	Rollo	1	80	80
Aspersores	Unidad	4	80	320
Malla Raschel	M2	14	3.5	49
Martillo	Unidad	1	25	25
Yute	Unidad	3	3.5	10.5
<b>1. Insumos</b>				
Semilla de Cedro	Kg	0.5	1000	500
Abono bioajo	Kg	15	15	225
Cal agrícola	Bolsa	1	50	50
Insecticida (benzoatech 5,7)	(250g)	1	40	40
Tierra del lugar	M3	2	50	100
Turba de bosque	M3	1	85	85
Arena fina	M3	1	100	100
Gallinaza	M3	1	100	100
Bolsas de repique	Unidad	1000	0.18	180
<b>2. Mano de obra</b>				
Embolsado del sustrato	Jornal	1	80	80
Repique de los plantines	Jornal	1	80	80
Riego	Jornal	6	50	300
Deshierbe	Jornal	2	80	160
Fumigado	Jornal	2	50	100
<b>3. Construcción del vivero</b>				
Nivelación del terreno	Jornal	1	80	80
Plantación de postes	Jornal	1	80	80
Construcción del almacigo	Jornal	1	80	80
<b>Total de producción Tratamiento 10 gr de aplicación</b>				<b>3959.5</b>
<b>Costo adicional (CA) (5%)</b>				<b>197.98</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO</b>				<b>4157.48</b>

COSTOS DE PRODUCCION 1000 PLANTINES TRATAMIENTO TESTIGO				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Bs)	VALOR TOTAL (Bs)
<b>Herramientas de trabajo</b>				
Picota	Unidad	1	30	30
Carretilla	Unidad	1	450	450
Rastrillo	Unidad	1	20	20
Machete	Unidad	1	30	30
Clavos	kilogramos	1	15	15
Manguera	Rollo	1	140	140
Mochila fumigadora	Unidad	1	450	450
Alambre tejido	Rollo	1	80	80
Aspersores	Unidad	4	80	320
Malla Raschel	M2	14	3.5	49
Martillo	Unidad	1	25	25
Yute	Unidad	3	3.5	10.5
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de Cedro	Kg	0.5	1000	500
Cal agrícola	Bolsa	1	50	50
Insecticida (benzoatech 5,7)	(250g)	1	40	40
Tierra del lugar	M3	2	50	100
Turba de bosque	M3	1	85	85
Arena fina	M3	1	100	100
Gallinaza	M3	1	100	100
Bolsas de repique	Unidad	1000	0.18	180
<b>3. Mano de obra</b>				
Embolsado del sustrato	Jornal	1	80	80
Repique de los plantines	Jornal	1	80	80
Riego	Jornal	6	50	300
Deshierbe	Jornal	2	80	160
Fumigado	Jornal	2	50	100
<b>3. Construcción del vivero</b>				
Nivelación del terreno	Jornal	1	80	80
Plantación de postes	Jornal	1	80	80
Construcción del almacigo	Jornal	1	80	80
<b>Total costo mano de obra</b>				<b>240</b>
<b>Total producción Tratamiento Testigo sin aplicación</b>				<b>3734.5</b>
<b>Costo adicional (CA) (5%)</b>				<b>186.73</b>
<b>COSTO TOTAL DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO</b>				<b>3921.23</b>