

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE
MADRE DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

“Establecimiento de *Cedrela fissilis Vell* en suelo degradado bajo tres
tratamientos de leguminosas, San Jacinto, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach: RUIZ GOSALVEZ, Edwin Junior.

ASESOR

Dr. ALARCÓN AGUIRRE, Gabriel

Puerto Maldonado –marzo 2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE
MADRE DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE**



TESIS

“Establecimiento de *Cedrela fissilis Vell* en suelo degradado bajo tres
tratamientos de leguminosas, San Jacinto, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach: RUIZ GOSALVEZ, Edwin Junior.

ASESOR

Dr. ALARCÓN AGUIRRE, Gabriel

Puerto Maldonado –marzo 2025

DEDICATORIA

A mi Padre Edwin Ruiz Vela,
por brindarme las mejores
enseñanzas, consejos y apoyo
durante mi formación profesional.

A mi Madre Teresa Gosalvez
Postigo por su amor incondicional
que me brinda en todo momento y
trayecto de mi vida.

Con ambos estoy inmensamente
agradecido, por brindarme su
apoyo, amor y guía como padres.

A mis hermanos, hermanas y
pareja, son lo más importante en mi
vida, porque me acompañaron en
mis dificultades y logros obtenidos.

Por sobre todos, dedico este
trabajo a mi pequeño ángel que vi
crecer, desde una tierna bebe hasta
una mujer que no dejaba de
demostrar una firmeza en sus ideas
y determinación para lograr sus
metas, que lleno de orgullo a toda
una generación y que es y será
siempre un ser de luz.

AGRADECIMIENTO

"A mis padres, EDWIN y TERESA, cuyo amor incondicional y apoyo constante me han guiado a lo largo de este emocionante viaje académico. Su sacrificio y compromiso han sido la fuerza motriz detrás de mis logros. También dedico este trabajo a mis amigos y seres queridos que han estado a mi lado en cada paso del camino, brindándome su apoyo, ánimo y comprensión. Agradezco a mis profesores y mentores, Dr. GABRIEL ALARCÓN y Dr. GABRIEL VELÁSQUEZ, por su valiosa orientación y sabiduría. Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que creen en el poder del conocimiento y la perseverancia. Este logro es un tributo a todos ustedes."

“Es mejor equivocarse siguiendo tu propio camino que tener razón siguiendo el camino de otro”.

Fiodór Dostoyevski

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

es.scribd.com

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to ipn

Trabajo del estudiante

1%

3

G. Verdugo-Díaz, A. Martínez-López.
"VARIABILIDAD EN LA COMPOSICIÓN
BIOQUÍMICA DEL MATERIAL ORGÁNICO
PARTICULADO EN UNA BAHÍA DEL GOLFO DE
CALIFORNIA, MÉXICO", CICIMAR Oceánides,
2011

Publicación

1%

4

Submitted to espam

Trabajo del estudiante

1%

5

ia802804.us.archive.org

Fuente de Internet

1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unamad.edu.pe

Fuente de Internet

1%

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de tesis es de Evaluar la influencia en Altura, Diámetro, sobrevivencia y calidad de los tres cultivos de coberturas en suelos degradados por minería aluvial en el establecimiento de *Cedrela fissilis Vell* en la comunidad Nativa de San Jacinto, Madre de Dios. Para ello se establecieron 193 plántones que son las unidades experimentales en 3 bloques para cada uno de los tres tratamientos y un testigo, las cuales en el transcurso de un año se evaluaron en 6 periodos de tiempo de inicio a fin del experimento. Como resultado en los 6 periodos de tiempo analizados se determinó que no existe diferencia significativa tanto en Diámetro como en Altura entre los 3 tratamientos y el testigo.

En cuanto a la sobrevivencia de los plántones se determinó que el tratamiento con *Centrosema macrocarpum* mostro una sobrevivencia del 79.66%, siendo la más alta en comparación al demás tratamiento con *Pueraria phaseoloides* mostro una sobrevivencia del 68.66 %, siendo la más baja en relación en comparación a los demás tratamientos y el testigo presento una sobrevivencia del 72.54%.

En cuanto a la calidad de los plántones se determinó que el 6.78% de los plántones instalados en *Centrosema macrocarpum* se desarrollaron hasta alcanzar un estado óptimo calificado como A, mientras que el testigo no obtuvo ninguna unidad que alcanzara dicho estado. El 33.33% de los plántones instalados en el Testigo resultaron tener una calidad C, la más alta en comparación a los tratamientos con leguminosa. El 31.34% de los plántones instalados en *Pueraria phaseoloides* terminaron en calidad E muertos, siendo el mayor tanto de los testigos como de los tratamientos con leguminosas. Es decir, que al cabo de un año de instalado los plántones en los tratamientos, no se registró diferencia significativa en Altura y diámetro entre los tratamientos y el testigo.

Palabras claves: Cobertura vegetal, sobrevivencia, resiliencia, minería aurífera, contaminación, recuperación.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to assess the influence on height, diameter, survival, and quality of three cover crops in soils degraded by alluvial mining in the establishment of *Cedrela fissilis* Vell in the Native Community of San Jacinto, Madre de Dios. For this purpose, 193 seedlings were established as experimental units in 3 blocks for each of the three treatments and a control, which were evaluated over the course of one year in 6 periods from the start to the end of the experiment. As a result, in the 6 periods analyzed, it was determined that there is no significant difference in both diameter and height among the 3 treatments and the control.

Regarding the survival of the seedlings, it was found that the treatment with *Centrosema macrocarpum* showed a survival rate of 79.66%, the highest compared to the other treatments. In contrast, the treatment with *Pueraria phaseoloides* showed the lowest survival rate at 68.66%, and the control presented a survival rate of 72.54%.

Regarding the quality of the seedlings, it was determined that 6.78% of the seedlings installed with *Centrosema macrocarpum* developed to reach an optimal state classified as A, while the control did not have any unit reaching this state. On the other hand, 33.33% of the seedlings installed in the control were classified as quality C, the highest compared to the treatments with legumes. Additionally, 31.34% of the seedlings installed with *Pueraria phaseoloides* ended up in quality E (dead), the highest both among the controls and legume treatments.

In summary, after one year of installing the seedlings in the treatments, no significant difference in height and diameter was recorded between the treatments and the control.

Keywords: Vegetative cover, survival, resilience, gold mining, pollution, recovery.

INTRODUCCIÓN

Madre de Dios es conocido internacionalmente como uno de los poseedores de los tesoros naturales más importantes del mundo, tal es su importancia, que solo en este Departamento de poco más de 85,300 km² posee 6 Áreas Naturales Protegidas, más zonas de conservación privadas. Una de las más famosas es el Parque Nacional del Manu que recibió el título de Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO en 1987 (catedraunesco 2020). En el podemos encontrar una Biodiversidad envidiable, pudiéndose registrar solo en la Reserva Nacional de Tambopata cerca de 632 especies de aves, 1,200 de mariposas, 103 de mamíferos, 180 de peces, 169 de mamíferos y 103 especies de reptiles, entre muchas más y aún más por descubrir, además, es usado como paradero de aproximadamente 40 especies de aves, siendo este sitio vital para que puedan terminar su viaje migratorio. Se suma la flora, que hasta la fecha se pudo identificar a más de 1,255 especies de plantas, de distintas familias y géneros. En este territorio también habita poblaciones que se dedican a la extracción sostenible de recursos no maderables, siendo la *Bertholletia excelsa* como una de las más importan en cuestión de economía. (actualidadambiental 2020). Pero, la riqueza de un lugar puede ser vista de manera distinta por diferentes sectores sociales, y los métodos utilizados para su extracción ponen en riesgo un delicado equilibrio.

De acuerdo al informe presentado en 2011 por el Ministerio del ambiente (Álvarez et al. 2011) La minería aurífera en el departamento de Madre de Dios, tomo gran impulso en la década de los 80 en medio de una crisis económica y desestabilización política generada por el terrorismo, lo que produjo una oleada migratoria, principalmente a zonas con un auge en la minería aurífera, dado los altos precios alcanzados por este metal en el mercado.

El valor del metal precioso y su relativa facilidad de extracción sumado a la indiferencia de las autoridades genero un desorden en la industria que poco a poco se convirtió en costumbre, y los procesos tardíos por impulsar una regularización se hicieron de oídos sordos por gran parte de los sectores mineros que lo veían como una forma de frenar su economía. Mientras esto

sucedía, miles de hectáreas anuales se perdían en grava y residuos mineros que, sin la intervención humana, quedarían inutilizables para el desarrollo de la flora y fauna nativa durante décadas.

El Centro de Innovación Científica Amazónica (CIN CIA) reporta que desde el año 1,985 al 2,017 se deforestó cerca de 95,750 hectáreas, un espacio equivalente a un tercio de Lima Metropolitana (Mongabay 2018). Es un panorama desalentador que no muestra indicios de mejora. El estudio demostró que solo entre los años 2009 y 2017 se reportó el 67.5% del total de área deforestada, unas 64,586 hectáreas, desplazando a la agricultura como el principal driver de deforestación, representado un 38% de la desaparición de bosques e Madre de Dios y un 6.9% en todo el Perú.

Un aspecto importante señalado en el informe, indica que el tipo de actividad minera tiene un efecto importante en el futuro de la reconstrucción del área minada, siendo la minería con artefactos artesanales más peligrosa que la minería con maquinaria pesada, el 63% del bosque deforestado por minería es provocada por minería artesanal, mientras que el 37% por minería con maquinaria pesada. Además, se señala que el daño es mayor con las bombas de succión ya que estas lavan el suelo, eliminando los nutrientes, convirtiendo el trabajo de resiliencia aún más difícil. Por último, indica que la distancia del área afecta del bosque natural influencia en la recuperación de esta, entre más lejana se encuentre más tiempo le tomara al bosque reconstruirse, señala Román (Mongabay 2018). A los problemas medio ambientales provocados por estas acciones, también se deben sumar un impacto al sector Social y Económico, que, aunque importantes, no profundizaremos en este informe.

Aunque tardías, las últimas acciones realizadas como la Operación Mercurio, impulsada por el Ministerio del Interior (2019) han logrado hacer retroceder las actividades mineras en los principales sectores afectados, la Pampa, sin embargo el efecto burbuja puede provocar que estas actividades se movilicen hacia otros sectores que antes no habían sido afectados con tanta intensidad, Pariamanu y Apaylon, y se repita el mismo escenario (ojo público 2020).

No es necesario estar en el lugar para ver la devastación que eso significa, lamentablemente, una de las primeras imágenes que logran ver los turistas al llegar en avión hacia Madre de Dios, es una lamentable muestra de la incapacidad de las autoridades, la ambición desenfrenada de algunos sectores y el sacrificio casi en vano de muchas personas que, aun bajo amenaza de muerte y en muchos casos más que amenazas, trabajaron en cambiar el rostro de un Departamento que aún tiene que demostrar estar a la Altura de sus títulos.

Ante estos escenarios al parecer desfavorables, aun ante la inmensa degradación que sufre un entorno tan delicado, la naturaleza posee sus propios mecanismos para recuperarse una vez la perturbación haya acabado, teniendo la capacidad de regularse con el propósito de regresar al estado que estuvo antes de la perturbación, un proceso conocido como resiliencia.

Este concepto ha tenido diferentes definiciones por lo que es importante determinar el concepto para poder definir los objetivos, Holling (Guerra Martínez y García Romero 2017) lo definió de la siguiente: “La capacidad de un ecosistema para tolerar la perturbación sin cambiar a un estado cualitativamente distinto controlado por un conjunto diferente de procesos.” Es justo esta capacidad lo que le permite a un bosque, aun en el estado de degradación como el que deja la minería, la posibilidad de retornar al estado anterior. Las variables que llevan a un sistema a realizar esta recuperación en cierto periodo de tiempo son bastas y aún en proceso de investigación (Thompson y McNulty 2009). Martina Sánchez (2019) realizó su tesis Doctoral sobre la resiliencia y la dinámica de bosques tras una perturbación, concluyendo que “medir la capacidad de respuesta de los bosques es difícil”, adiciono que, con respecto a incendios forestales sobre pinos, el éxito de su recuperación se dio gracias al número de rebrotes de vecinos, las condiciones climáticas y la identidad de las especies más que su número.

Sin embargo, como las características de los bosques y las perturbaciones que los afecta son variados, el tiempo que le toma recuperarse al 100% varía según la situación. Dicho esto, aunque la selva de Madre de Dios está

sufriendo una perturbación grave como es la minería, si el sector, el área deja de tener la perturbación (El minero termino su trabajo en ese lugar y se retira) el bosque iniciara de inmediato con el trabajo de restaurarlo a su estado original, y en muchos de los casos lo recuperara, pero le tomara tiempo. Medir el tiempo que le toma a un bosque recuperarse es importante, pero como lo mencionado líneas arriba, las variables para poder calcular cuando un área degradada se recuperasen por si sola después del cese de la perturbación es, en muchos de los casos, indeterminado. Lamentablemente no se tiene una respuesta clara en los casos de Madre de dios, por lo que supondremos que un área afectada por la minería no llegaría a recuperarse rápidamente.

Es en ese punto donde entra en juego el papel del investigador, cuyo trabajo es determinar la metodología adecuada según la situación para ayudar al bosque a recuperarse más rápido de lo que él podría solo, si le llegase a tomar 100 años en recuperar el total del área degradada, con metodologías estudiadas podríamos reducir ese periodo de tiempo significativamente.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
INTRODUCCION.....	
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del Problema.	3
1.2.1 Problema General.	3
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 Objetivos.	4
1.3.1 Objetivo General.	4
1.3.2 Objetivos específicos.	4
1.4 Variables de la Investigación.	4
1.4.1 Identificación de Variables e Indicadores.....	4
1.5 Operacionalización de variables.	5
1.6 Hipótesis.	6
1.6.1 Hipótesis de la Investigación:	6
1.6.2 Hipótesis nula H0:.....	6
1.6.3 Hipótesis Alternativa H1:	6
1.7 Justificación e Importancia.....	6
1.8 Consideraciones Éticas.	8
2.1 Antecedentes de la investigación.	9
2.2 Base teórica	20
2.2.1 Antecedentes del área de estudio.	20
2.2.2 Problemas ambientales en San Jacinto.	21
2.2.3 Leguminosas, coberturas.....	21
2.2.4 Clasificación Sistemática de <i>Cedrela fissilis Vell</i>	22
2.2.5 Descripción Botánica.....	23
2.2.6 Ecología de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>	24

2.2.7	Formación de suelo (Natural o antropogénico).....	25
2.2.8	Recuperación de suelos.....	26
2.2.9	Relave minero e impacto ambiental.	26
2.3	Definición de términos.....	27
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		31
3.1	Tipo de Estudio.....	31
3.2	Diseño de Estudio.....	31
3.3	Población y Muestra.....	34
3.4	Métodos y técnicas.	34
3.4.1	Lugar de Ejecución.	34
3.4.2	Selección de semillas y producción de plantones.....	34
3.4.3	Instalación del experimento.	36
3.4.4	Delimitación temporal y espacial.....	37
3.5	Tratamiento de los datos.	37
3.5.1	Obtención de datos.....	37
3.6	Análisis de datos.....	38
3.6.1	Análisis de Altura y Diámetro.....	38
3.6.2	Análisis de la calidad de los plantones.....	39
3.6.3	Análisis de sobrevivencia.....	39
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....		40
Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 15/02/2021.....		40
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 15/02/2021.....		41
Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 15/02/2021.....		41
Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 15/02/2021.....		43
Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 22/04/2021.....		44
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 22/04/2021.....		45

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 22/04/2021.....	45
Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 22/04/2021.....	47
Se efectúa un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre los tratamientos de la fecha 22/04/2024.	48
Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 08/06/2021.....	50
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 08/06/2021.....	50
Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 08/06/2021.....	52
Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 24/08/2021.....	53
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 24/08/2021.....	53
Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 24/08/2021.....	53
Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 24/08/2021.....	55
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 26/10/2021.....	56
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 26/10/2021.....	57
Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 26/10/2021.....	57
Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 26/10/2021.....	58
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 04/04/2022.....	59
Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 04/04/2022.....	60
Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 04/04/2021.....	60

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 04/04/2021.....	62
Bibliografía.	69
Anexos.....	

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Operacionalización de las variables de Investigación</i>	<i>5</i>
<i>Tabla 2. Tratamientos y bloques, numero de plantones</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3: Resultados de la Prueba de ANOVA DIÁMETRO</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4: Resultados de la Prueba de Tukey.</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 5: Datos obtenido de la calidad de los plantones de Cedrela fissilis Vell de fecha 04/04/2022, final del experimento.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 6: sobrevivencia de cobertura vegetal y testigo desde el inicio al final del experimento.</i>	<i>65</i>

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Tratamientos y Bloques, numero de plantones.	33
Figura 2: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 15/02/2021.....	43
Figura 3: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 15/02/2021.....	44
Figura 4: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 22/04/2021.....	47
Figura 5: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 08/06/2021.....	52
<i>Figura 6: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 08/06/2021.....</i>	<i>52</i>
Figura 7: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 24/08/2021.....	55
Figura 8: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 24/08/2021.....	56
Figura 9: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 26/10/2021.....	58
Figura 10: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 26/10/2021.....	59
Figura 11: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 04/04/2022.....	62
Figura 12: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 04/04/2022.....	63
Figura 13: Sobrevivencia de los plantones.	66

ANEXO

Anexo 1: Semillas colectadas sanas	18/10/2019	.....
Anexo 2: Semillas con larvas y dañadas	18/10/2019	.....
Anexo 3: Colección y secado de semillas	18/10/2019	.....
Anexo 4: Sembrado y almacigo de las semillas	12/11/2019	.....
Anexo 5: Primeras plántulas germinadas	20/11/2019	.....
Anexo 6: Mapa de la locación del cementerio San Martín de Porres		.....
Anexo 7: Medición de altura y diámetro a la altura del suelo por parte del tesista		.....
Anexo 8: Calidad de los plantones		.....
Anexo 9: Matriz de Consistencia		.....
Anexo 10: Mapa de distribución de tratamientos y testigo		.....
Anexo 11: Acuerdo de cooperación Técnica entre la Comunidad Nativa San Jacinto y el IIAP		.....
Anexo 12: Constancia de Verificación e identificación de especie forestal Cedrela fissilis Vell.		.....
Anexo 13: Ficha de levantamiento de información		.....
Anexo 14: Datos levantados al cabo de un año		.....

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

En Madre de Dios, las principales causas de deforestación están ligadas directamente a la minería, agricultura, tala y construcción. Monitoring of the Andean Amazon Project (MAAp) una iniciativa creada en 2015 por Amazon Conservation y Conservación Amazónica (ACCA) publicó un artículo en el que detalla el aumento de la deforestación propiciado por las causas antes mencionadas (2017). Desde el 2001 hasta el 2017 donde llegó a un punto máximo, la pérdida anual de bosque superó las 20 000 hectáreas. Lamentablemente, para 2017, Madre de Dios se encuentra como segundo a nivel nacional en el Ranking de Regiones Amazónicas con mayor deforestación, solo superada por Ucayali. A lo largo del río Las Piedras, dentro de zonas de ecoturismo, se mostró un avance entre los años 2016 y 2017 de deforestación por un aumento en las plantaciones cacao y áreas de pasto para ganado, sumando unas 134 hectáreas deforestadas. Tahuamanu también está comprometido en estas circunstancias, al oeste de la localidad de Iberia, 130 km de nuevas carreteras forestales proliferaron. En Iberia, ciudad que tiene cerca a los países de Brasil y Bolivia, la deforestación creciente se ha vuelto preocupante, detectándose una deforestación de 910 hectáreas solo en 2017 y haciendo un total desde el 2014 de 2 750 hectáreas. Gran parte de la deforestación está presente en zonas de concesión forestal, por lo que se prevé que estas están siendo invadidas para el uso de agricultura, principalmente maíz, papaya y cacao.

Y hablando de La Pampa y Alto Malinowski, La Pampa presenta una deforestación grave debido al avance de la minería aurífera (Frenada recientemente por la Operación Mercurio (2019)) donde solo en el 2017 se

detectó 560 hectáreas deforestadas, sumando desde 2013 unas 4,560 hectáreas. En cuanto a Alto Malinowski, se documentaron 726 hectáreas solo en 2017, sumando un total de 2 130 hectáreas desde el 2015.

Estos son solo algunos datos, de los innumerables informes presentados por diversas organizaciones sobre las causas y consecuencia de la deforestación en Madre de Dios. La pérdida de ecosistemas a esta velocidad hace que crezca la preocupación y la duda si esta perturbación será permanente. Por suerte, la naturaleza ha enfrentado diversas perturbaciones a lo largo de la historia y ha creado medidas para sobrevivir a ellas, una de estas medidas es la resiliencia.

En el escenario de Madre de Dios, donde el ecosistema es perturbado por la minería aurífera causando la pérdida de suelos fértiles, su estructura, contaminación con metales pesados, hidrocarburos, etc., es necesario crear metodologías para poder ayudar a la selva en su proceso de **resiliencia**: Recuperando la estructura de sus suelos, la fertilidad de los mismos, creando un medio más atractivo para que las especies nativas puedan volver a repoblar el área dañada más rápido de lo que le tomaría a la naturaleza hacerlo por sí solo.

En otras palabras, el propósito de la intervención del hombre en la recuperación de áreas degradadas es aumentar la velocidad de la resiliencia, ayudando a la naturaleza a recuperarse de la perturbación causada por nosotros mismos, haciendo lo que ella haría, pero en menos tiempo.

De esta manera el tesista está convencido, de que, si el área afectada por minería empieza a recuperar la estructura del suelo, retener humedad, bajar las temperaturas del suelo, concentrar nutrientes, vuelve a restaurar los ciclos biológicos, es decir, hacerlo más atractivo para que las especies nativas puedan volver a repoblarlo, la recuperación del área degradada, la resiliencia, sería más rápida.

Para verificar si esto es posible, el tesista probó la eficacia de un método de recuperación de áreas degradadas cuyas características van desde la desertificación, escasas de humedad, suelos áridos y arenoso y escasas de nutrientes. Esta metodología que es implementada por el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) de Madre de Dios (Redacción Madre de Dios 2018) busca recuperar áreas degradadas con la implementación de leguminosas herbáceas, con la capacidad de sobrevivir y expandirse en áreas inhóspitas como los son las zonas perturbadas por la minería aurífera.

Estas parcelas, que tienen más de tres años de instalación, están compuestas de tres especies de leguminosas: *Stylosanthes guianensis*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema macrocarpum*. Después de más de tres años de instalación y con un visible éxito en su sobrevivencia y propagación, el tesista evaluó si las condiciones creadas por estas coberturas son óptimas para la sobrevivencia y crecimiento de especies que demandan condiciones más favorables. La especie elegida para la evaluación será *Cedrela fissilis Vell.*

1.2 Formulación del Problema.

De esta forma, se formulan dos interrogantes.

1.2.1 Problema General.

- ¿El establecimiento de *Cedrela fissilis Vell* en un área degradada estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?

1.2.2 Problemas Específicos.

- ¿La sobrevivencia de *Cedrela fissilis Vell* estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?
- ¿El crecimiento en Altura de *Cedrela fissilis Vell* estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?
- ¿El crecimiento en diámetro de *Cedrela fissilis Vell* estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?
- ¿La calidad de los plántones de *Cedrela fissilis Vell* estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General.

- Evaluar la influencia de los tres cultivos de coberturas en suelos degradados por minería aluvial en el establecimiento de *Cedrela fissilis Vell* en la comunidad Nativa de San Jacinto.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar la tasa de sobrevivencia de plántones de *Cedrela fissilis Vell* en tres tipos de cobertura.
- Determinar la tasa de crecimiento en Altura de plántones de *Cedrela fissilis Vell* en tres tipos de cobertura.
- Determinar la tasa de crecimiento en diámetro de plántones de *Cedrela fissilis Vell* en tres tipos de cobertura.
- Determinar la calidad de los plántones de *Cedrela fissilis Vell* en tres tipos de cobertura.

1.4 Variables de la Investigación.

Los valores a aplicar en el siguiente estudio serán los siguientes:

1.4.1 Identificación de Variables e Indicadores.

- **Variables independientes.**
 - Tipos de Cobertura Vegetal.
 - Tiempo de plantación.
 - Diámetro Inicial a la Altura del suelo.
- **Variables dependientes.**
 - Porcentaje de Supervivencia.
 - Altura de los plántones.
 - Diámetro de los plántones.
 - Calidad de los plántones.

1.5 Operacionalización de variables.

En el Tabla 1 se presenta la Operacionalización de las variables de esta investigación.

Tabla 1: Operacionalización de las variables de Investigación

Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Variable Independiente	Cobertura vegetal de especies fijadoras de nitrógeno para recuperación de suelos degradados.	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Area (ha)
		<i>Pueraria phaseoloides</i>	Area (ha)
		<i>Centrosema macrocarpum</i>	Area (ha)
	Tiempo de plantación de plántones	1 año	año
Variable Dependiente	Proporción de individuos que sobreviven a un evento específico en relación al total inicial	Porcentaje de Supervivientes	Porcentaje (%)
	Medición de la altura que se realiza en campo de una plántula, desde su base hasta la terminación apical.	Altura de los plántones	Centímetros (cm)
	Medición del diámetro que se realiza de una planta de la base de la misma.	Diámetro de los plántones	Milímetros (mm)
	Evaluación cualitativa de la vigorosidad de los plántones, tomando como límites mínimos y máximos desde los más vigorosos hasta los plántones muertos.	Calidad de Plántones	Niveles de calidad

1.6 Hipótesis.

1.6.1 Hipótesis de la Investigación:

- El establecimiento de la *Cedrela fissilis Vell* es influenciado por los tres tipos cobertura en suelo degradado.

1.6.2 Hipótesis nula H0:

- Los cultivos de cobertura no influyen en la sobrevivencia de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura no influyen en el crecimiento en Altura de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura no influyen en el crecimiento en diámetro de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura no influyen en la calidad de los plantones de la *Cedrela fissilis Vell*.

1.6.3 Hipótesis Alternativa H1:

- Los cultivos de cobertura influyen en la sobrevivencia de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura influyen en el crecimiento en Altura de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura influyen en el crecimiento en diámetro de la *Cedrela fissilis Vell*.
- Los cultivos de cobertura influyen en la calidad de los plantones de la *Cedrela fissilis Vell*.

1.7 Justificación e Importancia.

En el departamento de Madre de Dios, las consecuencias de la actividad minera en las áreas boscosas son cuantiosas, tanto en lo social, económico y ambiental.

En lo **económico** podríamos aprovechar los claros dejados por la actividad minera para planear programas de restauración y reforestación con especies

de alto valor económico y de esa manera hacer atractiva y rentable la propia actividad de restauración, al mismo tiempo que se crearían puestos de trabajo tanto en áreas especializadas como no especializadas.

Si nos adentramos a la parte **social**, las zonas mineras, en especial las ilegales, atraen el narcotráfico y la trata de personas. Impulsar proyectos de reforestación y recuperación de suelos degradados liberarían estas zonas de estas actividades, pero se requiere de una presencia del estado más activa.

Los esfuerzos por recuperar estas áreas y devolverlas a las condiciones que antes gozaban, es una tarea que no solo debería importar a la región, sino a todo el país, puesto que Madre de Dios representa uno de los lugares donde se encuentra la mayor tasa de biodiversidad de plantas y animales en todo el mundo, y esta actividad y sus consecuencias amenazan a la sobrevivencia de esta día a día. Ante ello diversos organismos gubernamentales y no gubernamentales invierten esfuerzos en desarrollar metodologías con tecnologías y materiales innovadores para acelerar la recuperación de las áreas degradadas, ya que como señala el informe de Mongabay (Mongabay 2018) que entre más lejana se encuentra el área deforestada del bosque natural, más tiempo le toma a esta recuperarse.

El presente trabajo busca seguir los esfuerzos de instituciones como el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) que mediante proyectos de recuperación de áreas degradadas instala parcelas con leguminosas herbáceas con el propósito de mejorar las condiciones de áreas degradadas para la sobrevivencia y crecimiento de especies de plantas y animales (Redacción Madre de Dios 2018), aunque el tesista le dará un enfoque buscando rentabilidad económica, aprovechando la metodología del IIAP en áreas degradadas como la Comunidad Nativa de San Jacinto para que, a la par que el área va recuperando biodiversidad y estabilidad, crezcan plantas de valor económico como la *Cedrela fissilis Vell.* Para ello el presente estudio busca, antes de proponer plantaciones de *Cedrela fissilis Vell* u otra especie forestal con fines de extracción maderable en áreas degradadas, evaluar si las condiciones que crearon las leguminosas en poco más de tres

años de instalación son las más propicias para que esta superviva y crezca, evaluando que tipos de cobertura influyen mejor en la sobrevivencia y crecimiento de *Cedrela fissilis Vell.*, asegurando de esta forma su establecimiento.

1.8 Consideraciones Éticas.

El presente trabajo se realizó tomando en cuenta el interés de aportar un conocimiento según mande el estilo ISO 690, Presentación y Sustentación de trabajos de Investigación de la UNAMAD, según fue publicado en la resolución N° 282-2019-UNAMAD-CU.

El acceso a la Comunidad Nativa de San Jacinto fue coordinado por el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, tanto como la comunidad y el IIAP tienen un convenio (Ver Anexo 09), ellos les permiten el pase a sus tierras, buena parte degradada por la minería que algunos de sus miembros permiten, y el IIAP realizó la investigación de sus áreas con el objetivo de restaurarlas (Agencia Peruana de Noticias 2020).

A finales de 2019 se detectó en China un nuevo brote de Coronavirus denominando COVID19 virus que en cuestión de meses se propago a todo el mundo, incluyendo el Perú, para minimizar un potencial contagio, el Perú aprobó un protocolo de bioseguridad que se tomara en cuenta para la realización segura de este trabajo de investigación (Organización Mundial de la Salud 2020).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 Trabajos realizados sobre recuperación de áreas degradadas a nivel internacional

De acuerdo a Reta et. al. (2015) llevó a cabo un ensayo para evaluar la sobrevivencia y el crecimiento de cinco especies nativas, entre las que destaca *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro Misionero). La plantación se realizó en la Universidad del Salvador, Corrientes, con un distanciamiento de 3x3 metros y diseño experimental de bloques completos al azar. Después de un año y medio, los resultados indican que *Cedrela fissilis* Vell exhibió la mayor sobrevivencia y diámetro promedio, con valores del 98% y 3,8 cm, respectivamente. A pesar de estos resultados favorables, se señalaron problemas de sanidad en brotes apicales. En cuanto al crecimiento en Altura, *Myrocarpus frondosus* (Incienso) lideró con un valor promedio de 1,04 m, seguido de cerca por *Handroanthus heptaphyllus* (Lapacho rosado) con 1 m. Este estudio destaca la robusta sobrevivencia y desarrollo dimensional de *Cedrela fissilis* Vell en comparación con otras especies evaluadas, consolidando su potencial como una opción valiosa en plantaciones de especies nativas.

En este estudio de López et. al. (2015) examina el desempeño inicial en crecimiento y sobrevivencia de *Cedrela fissilis* Vell en una plantación bajo cobertura de bosque secundario joven, considerando la influencia de la mariposa del brote y la intensidad de luz. Realizado en el municipio de 9 de Julio, departamento de Eldorado, el ensayo se implementó en la primavera de

2010 con un espaciado de 4x4. Se aplicaron insecticidas para controlar el ataque de la mariposa. Después de cinco años, se registró una alta sobrevivencia de la especie del 84%. El ataque de la mariposa fue más intenso en octubre, moderado en abril y nulo en agosto. El crecimiento en Altura y diámetro a lo largo de los años fue gradual, con valores medios anuales de 0,32 m y 5,88 mm, respectivamente. No se observó una relación clara entre el tamaño, la intensidad de luz y los niveles de ataque de la mariposa. Se concluye que, a pesar de la competencia del bosque secundario, *Cedrela fissilis* Vell mostró resistencia al ataque y una destacada sobrevivencia en este entorno.

González-Valdez et al. (2015) Presento los resultados del estudio realizado con cinco especies vegetales sembradas en residuos mineros proveniente de 5 minas diferentes, donde se evaluó tanto la germinación como la tolerancia que, mediante la fitorremediación, buscaba tener resultados positivos en cualquiera de las especies tratadas por los jales de las minas, evaluándolos 12 días después de la germinación. Como resultado la especie *B. napus*. Mostro resultados estadísticamente superiores a las otras 4 especies, con una tasa de germinación del 66 % y mayor masa seca con promedio de 0,041 g independiente del tipo de sustrato.

Con el propósito de regenerar el suelo del bosque La Primavera afectada por una minera a cielo abierto, Contreras et al. (2005) realizaron una investigación mediante la fitorremediación usando dos especies de leguminosas herbáceas (*Crotalaria pumila* y *Aeschynomene villosa*) en donde mediante un tratamiento pre germinativo utilizando diferentes dosis de ácido sulfúrico y diferentes intervalos de tiempo de exposición buscaron averiguar la mejor forma de asegurar una rápida germinación en el suelo afectado por la minería a cielo abierto. Después de 8 días de ser sometidas al tratamiento, se mostró que para la concentración de 37.5 N de ácido sulfúrico a 60 minutos de exposición, tanto *Crotalaria pumila* y *Aeschynomene villosa* tuvieron una germinación del 100% y 70% respectivamente, probando que, si se desea

tener un alto grado de germinación de estas especies en suelos degradados, se podrá lograr mediante este método de escarificación.

Embrapa (2020) en un artículo publicado en su página web, menciona los resultados de un trabajo para el desarrollo de metodologías para recuperar suelos degradados con leguminosas. El trabajo consiste en la selección e introducción de árboles y arbustos leguminosos y la capacidad de estas en crecer en condiciones adversas, mencionan que el éxito se debe a la capacidad de estas de crear asociación con hongos y bacterias (Micorrizas y Rhizobium) que mejoraran el crecimiento del suelo independiente del nitrógeno disponible en el suelo. Embrapa desarrollo inoculantes para leguminosas cultivadas a partir de cepas de bacterias recomendadas para plantas cuyo propósito es la recuperación de áreas degradadas, es decir, desarrollarse bajo mucho estrés. Las plantas que fueron inoculadas generan luego plantas vigorosas tolerantes a diferentes tipos de estrés. Una vez hecho esto, logra que las plantas pioneras se desarrollen exitosamente y empiecen a mejorar las condiciones del suelo, plantas con mayor exigencia en nutrientes, agua, temperatura etc podrán desarrollarse en el lugar.

Santos et al. (2001) en busca de encontrar la eficiencia de dos leguminosas (arveja - *Cajanus cajan* L. y siratro - *Macroptilium atropurpureum* L.) y dos gramíneas (hierba pangola – *Digitaria decumbens* L. y elephantgrass - *Pennisetum purpureum* L.) en la tarea de recuperar áreas degradadas. Encontraron que, en comparación al testigo, los niveles de carbono orgánico y la capacidad de intercambio catiónico se elevaron, los contenidos de potasio fueron mayores en las parcelas con leguminosas y gramíneas en comparación al testigo, principales en la superficie, disminuyendo con la profundidad, la acumulación de hojarasca en el suelo fue mayor en *Pennisetum purpureum* L. que en los otros tratamientos.

FAPERJ (2007) Da a conocer que luego de la plantación de árboles leguminosas, se pudo recuperar por completo en 22 meses un suelo degradado por años de exploración de bauxita, un proceso que al medio

natural le hubiera tomado docenas de años. Otra buena experiencia fue la recuperación de un suelo degradado en la Región de Pinheiral donde se instaló leguminosas nodulares y micorrizas. En ambos casos es un proyecto del investigador del EMBRAPA, Avilio Antonio Franco. En el artículo resaltan los grandes atributos que poseen las leguminosas, ya reconocidas por el Gobierno de Brasil.

En 2011, como parte de un proyecto para resolver una problemática de la degradación de bosques a causa de diversos factores (Ganadería, agricultura, minería, plantaciones con fines aceiteros, etc) un grupo de investigadores (Montandon Chaer et al. 2011) realizaron una serie de experimentos para recuperar suelos degradados con árboles leguminosos de rápido crecimiento, la simbiosis de *Rhizobium* y bacterias nitrificadoras. Los experimentos consistieron en evaluar el establecimiento de estas diversas especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno junto a otras no leguminosas ni fijadoras de nitrógeno en los suelos comprometidos por estas actividades, encontrando como resultado que aquellas especies de leguminosas y fijadoras de nitrógeno habían tenido éxito no solo en la tasa de sobrevivencia, sino una diferencia significativa en el crecimiento de las mismas. A todas luces los investigadores confirmaron que la implementación de plantas leguminosas de rápido crecimiento fijadoras de nitrógeno, más hongos de *Rhizobium* junto a bacterias nitrificadoras son una excelente combinación para recuperar áreas degradadas, pero recalcaron que es necesario experimentar cual es la combinación correcta de árboles leguminoso y hongo y bacterias, pues no todas las cepas de hongos pueden trabajar correctamente con todas las plantas leguminoso y de igual forma con las bacterias. Para que exista un establecimiento lo más exitoso posible, es necesario encontrar esta combinación con las determinadas especies que se tengan disponibles.

El desastre medioambiental sucedido en Aznalcóllar, España en 1998, por la ruptura de una presa minera causando el vertido de más de 6 millones de metros cúbicos de lodos y agua tóxicas, fue catalogado como el segundo más

grande accidente ecológico de la minería en todo el mundo y el primero en Europa. El daño fue tal, que, hasta el día de hoy, aún se mantiene el 7% de la superficie originalmente afectada con contaminantes y la comarca de Aznalcóllar al borde del desastre financiero, pues la mina, hoy cerrada, era la fuente de ingreso de la ciudad. El principal problema de estas áreas afectadas es la presencia de metales pesados y la acidez de los suelos, que no permiten el crecimiento de plantas y corre el riesgo de que propague más. Para ello Ordóñez et al. (2005) realizaron ensayos de encalado con dosis de carbonato de calcio para corregir la acidez en dos de estos suelos con distintos grados de afectación según su valor de pH y para inmovilizar el desplazamiento de los metales pesados. Los resultados resolvieron la eficacia del encalado a la hora de inmovilizar los metales pesados, la subida de 1 o 2 unidades de pH supone la reducción de un 50% del contenido metálico en el suelo. Sin embargo, dosis inferiores serían ineficaces a la hora de evitar que los metales se dirijan hacia capas más profundas y resolverían la productividad del suelo.

Clara Milano de la Universidad Nacional del Sur, Argentina, en sus tesis para optar el Grado de Magister titulado “Leguminosas herbáceas nativas: una alternativa para la restauración de pastizales y suelos degradados en el sudoeste bonaerense” (2018) realizó una recopilación de diversas especies de leguminosas herbáceas con potencial para fijar nitrógeno y enriquecer los pastizales naturales degradados. En este trabajo se detectaron 30 especies, de 10 géneros, 19 de ellas potencialmente útiles en agroecosistemas. Siendo *Adesmia*, *Lathyrus* y *Vicia* los géneros con más especies y *A. incana* y *Rhynchosia senna* las más frecuentemente halladas. Todas presentan un 45% o más de semillas dormantes y para la mayoría se lograron PG mayores al 50%. Después de analizar los parámetros de las diferentes especies, determinaron que muchas especies merecen ser consideradas para la restauración productiva de pastizales.

Hui Sun et al. (2021) Evaluaron dos áreas mineras, una de cobre y otra de carbón, comparando diferentes propiedades ante diferentes condiciones de

restauración vegetal en Anhui, China. Utilizando distintos análisis para evaluar la fertilidad general del suelo, los resultados mostraron la calidad del suelo en las áreas con restauración vegetativa fue mayor que en aquellas que no lo estuvieron, mostrando una mejoría no solo del suelo, sino del medio ambiente en general que lo rodeaba.

Andrade et al. (2021) investigaron si la translocación de capas superiores de suelo en áreas afectadas por la extracción de cobre podrían dar solución a un recuperación más rápido del área degradada. Probando dos suelos de diferentes profundidades, de 0.2 m y 0.4 m, obviamente los suelos de 0.4 m demandan más trabajo e inversión que los de 0.2 m. Se evaluó la recuperación natural y la sobrevivencia de especies trasplantadas en parcelas de 200 m demostrando que no hubo influencia de la profundidad del suelo en la sobrevivencia de las especies, sin embargo, las especies exóticas con potencial invasivo contribuyeron sustancialmente en la cubierta vegetal. Después de 49 meses algunas especies nativas plantas destacaron por su capacidad de sobrevivencia, siendo la capa de 0.2 m mostrar ser capaz de proporcionar mejor sobrevivencia y recuperación natural.

Como una medida para recuperar áreas degradadas por la minería en zonas de afloramientos de piedra de hierro (Cangas) en Brasil, dio paso a que Onésimo et al. (2021) recurrieron a la transposición de la capa de suelo superior debido a la mejora física y química, teniendo como referencia áreas no alteradas por la minería, se pudo observar luego de 4 años que los espectros florísticos son similares a los prístinos, demostrando que las trasposición, a diferencia de otros tratamientos, son excelentes para dar inicio a las condiciones iniciales de la sucesión ecológica.

2.1.2 Trabajos realizados sobre recuperación de áreas degradadas a nivel nacional

En el estudio de *Cedrela fissilis* Vell. presenta do por Cárdenas (2013) en fase de vivero, se observó que las plantas tratadas con 2 y 4 gramos de hidrogel

exhibieron un crecimiento significativamente mayor en Altura (24,89 – 24,90 cm) y diámetro (6,03 – 5,98 mm) en comparación con otras dosis y el grupo control. Además, el contenido hídrico de las plantas con 4 gramos de hidrogel fue más elevado, demostrando una adaptabilidad favorable a la humedad del suelo. En términos de sobrevivencia, las plantas tratadas con 6 gramos de hidrogel y el grupo control mostraron valores altos (92,59%). Sin embargo, las dosis de 2 y 4 gramos fueron afectadas por un ataque insectil. En cuanto a la calidad, se destaca que el contenido hídrico fue superior en las plantas tratadas con hidrogel, lo que sugiere un beneficio en la adaptación al suelo.

Estos hallazgos indican que el uso de hidrogel en dosis específicas puede mejorar significativamente el crecimiento, la sobrevivencia y la calidad del *Cedrela fissilis* Vell. en condiciones de vivero, ofreciendo perspectivas positivas para su cultivo y desarrollo.

El estudio Hernan Rojas (2017) buscó evaluar la sobrevivencia, condición y crecimiento de las plantaciones en fajas de enriquecimiento en el Área de Conservación Privada "El Tornillal". Los resultados para *Cedrela fissilis* Vell fueron los siguientes:

Cedrela fissilis Vell: Registró un destacado 89,4 % de sobrevivencia. Presentó una Altura media de 5,30 m y un diámetro de 9,70 cm. Estos resultados resaltan la adaptabilidad y salud de esta especie en el entorno evaluado. El análisis de sostenibilidad del área, basado en la metodología de Áreas Protegidas propuesta por WWF-CATIE, arrojó un índice promedio de 2,6, considerado poco satisfactorio. Las dimensiones ambientales y político institucional se calificaron como medianamente satisfactorias, mientras que las dimensiones económica y social fueron evaluadas como insatisfactorias y poco satisfactorias respectivamente. Estos hallazgos proporcionan una perspectiva integral sobre la gestión y el estado de conservación en "El Tornillal".

Para su tesis de grado en Tingo María bajo el tema "Uso de tres especies de leguminosas *Canavalia ensiformes*, *Centrosoma macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* en la recuperación de suelos degradados en el distrito de

Luyando" Yauri Salazar (2019) demostró la propiedades de estas leguminosas en la recuperación de suelos ácidos y con poca presencia de macro y micro nutrientes, dando como resultado que bajo el tratamiento de *Canavalia ensiformes* el porcentaje de germinación fue de 100% y la misma tuvo el mejor resultado en Altura siendo de 110.3 cm en promedio, el porcentaje de cobertura alcanzo el 97.67% y longitud radicular de 29 cm. Además, que la *Canavalia ensiformes* es la que más incremento el pH (4.88 a 5.80) y K (98 a 153 ppm), mientras que la *Centrosema* con compost aumento el nivel de P (5.21 a 10.21 ppm).

Con el propósito de restaurar áreas degradadas afectadas por la presencia de metales pesados, Munive et al. (2018) utilizaron compost y vermicompost de Stevia y con el Maíz como agente fitorremediador, se dirigieron al Valle del Mantaro, cuyos contenidos de plomo y Cadmio en el suelo superaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Los resultados mostraron que la planta del maíz absorbe mayor cantidad de plomo y cadmio puesto estas se encuentran almacenadas en las raíces de esta, confirmando que la aplicación de enmienda es buena idea para la absorción de metales pesados, sin embargo, el vermicompost resulto ser un mejor rendimiento al absorber más metales pesados. Todo indica que el maíz es un excelente agente exclusor y estabilizador.

Vladimir (2017) investigo las propiedades fitorremediadoras de especies de plantas alto andinas en el Departamento de Ancash, bajo condición de invernadero, procedentes de la compañía minería Lincuna S.A.C. Evaluó las capacidades de propagación de las especies *Juncus arcticus Willd*, *Achyrocline alata (Kunth) DC*, *Werneria nubigena Kunth* y *Hieracium sp* encontrando como resultado que, bajo condiciones de invernadero, estas especies presentan alto potencial fitorremediador debido a su alta tasa de propagación y acumulación de metales pesados.

Chagua y Tardío (2015) Tuvieron como objetivo en su trabajo de tesis, evaluar la influencia de tiempo de contacto en la capacidad de remoción de cobre y zinc de la planta nativa *Scirpus californicus* (Totorá) en el Departamento de Apurímac, comunidad de Pomachaca – Tarma. Este estudio se hizo en condiciones de laboratorio durante 15 días, evaluando cada 3 días evaluando las concentraciones de estos metales en el agua, así como su temperatura y el pH. Estos resultados indican que la planta nativa *Scirpus californicus* tiene la capacidad de almacenar en su estructura metales pesados, removiendo del agua el 81.5% de cobre y 57.05% de zinc. Obteniendo una relación logarítmica entre el tiempo de exposición y el porcentaje de remoción.

En el departamento de Puno, Vilcapaza (2018) realizó un estudio para evaluar las capacidades fitorremediadoras de la especie *Astragalus arequipensis* en función de tres tipos de enmiendas en la remoción de mercurio en la Rinconada, famoso sitio de extracción minera caracterizada por la alta contaminación de mercurio. Se observó una diferencia significativa en el uso de la enmienda de garbancillo más lombricomposta, siendo esta enmienda con mejores resultados que las otras dos enmiendas y el testigo.

2.1.3 Trabajos realizados sobre recuperación de áreas degradadas a nivel local

Con el propósito de aportar en la reforestación de zonas degradadas por la minería en Madre de Dios, Michi e Ibarra (2015) evaluaron la sobrevivencia de 4 especies maderables aplicando dos tratamientos; Método de raíz desnuda y trasplante, y aplicación de fertilización diluido y puro. Con ello, durante 6 meses demostraron que el mejor método de siembra era por trasplante (Mismo que usaremos en este experimento) y la aplicación de fertilización puro dio los mejores resultados estadísticos en este caso.

Ancco Mamani (2017), en su tesis de obtención de grado, realizó su trabajo investigando el mejor modelo de siembra (T1 = sin tratamiento; T2= Aserrín descompuesto y guano de isla y T3= Aserrín descompuesto, guano de isla,

suelo orgánico e hidrogel) en suelo degradado por la actividad minera en la comunidad Nueva Arequipa en siete especies forestales (*Crotalaria incana* L, *Crotalaria pallida* Aiton, *Crotalaria cajanifolia* H.BK, *Indigofera suffruticosa* Mill, *Leucaena leucocephala* Lam, *Ochroma pyramidale* Cav y *Ricinus communis* L.) concluyendo que la especie con el mejor porcentaje de sobrevivencia fue *Crotalaria pallida*, la mejor en crecimiento de diámetro y Altura fue de *Crotalaria cajanifolia* y en cuanto al mejor método de siembra fue el tratamiento C.

Pedro Miguel Castillo Chávez (2018) en sus tesis para el grado de Ing. Ambiental realizo un estudio con tres especies de leguminosas herbáceas, *Pueraria*, *Canavalia*, *Crotalaria*, *Stylosanthes*, *Centrosema* para evaluar la respuesta de estas en suelos degradados por minería aluvial en Puerto Maldonado, Madre de Dios, concretamente en la Comunidad Nativa San Jacinto, concluyendo lo siguiente: Las coberturas no tuvieron efectos significativos en las propiedades fisicoquímicas del suelo, por su parte, *Stylosanthes guianensis* tuvo una mejor respuesta en la producción de biomasa foliar y biomasa seca foliar (12.261 t/ha y 3.966 t/ha respectivamente) por lo que se recomienda el uso de esta especie por la gran producción de materia orgánica que ofrece al suelo. En cuanto al porcentaje de cobertura, la *Canavalia ensiformis* y el *Stylosanthes guianensis* tuvieron los mejores resultados en los primeros 200 días. Se logró encontrar una relación entre el porcentaje de cobertura y el tiempo de instalación, siendo *Canavalia ensiformis* y el *Stylosanthes guianensis* la que mejor correlación ($R^2 = 0.9571$ y 0.9210 respectivamente).

El proyecto piloto de revegetación establecido por el Ministerio de Energía y Minas establecido entre los años de 1992 – 2002 (2011) establecido en zonas mineras abandonadas en el distrito de Huepetuhe, se utilizó principalmente especies leguminosas nativas y oriundas de Brasil, por las ventajas que ofrecen ante la asociación de microorganismos como el *Rhizobium* y las micorrizas. Los resultados mostraron que hubo gran abandono después de la plantación, resultado de ello fue que muchas de las especies introducidas

desaparecieron y otras especies oportunista tomaron su lugar. El estado de abandono afecto principalmente a las especies introducidas, la presencia de Brinzal, Latizal y Fustal no representan un indicativo contundente en la recuperación de la estructura y funciones. La actividad antrópica se presentó como el principal agente destructivo en diferentes zonas de la planta piloto. El Stock de carbono se estimó en 30.35 Mg/ha. El colchón de hojarasca y raíces vario entre 7 a 3 c, que sugiere la recuperación de la estructura edáfica.

En 2017 el IIAP firmó un convenio con la comunidad Nativa de San Jacinto, Madre de Dios, en ella se busca recuperar áreas degradadas por la minería utilizando diversas especies de herbáceas de leguminosas, nativas de la regio, aprovechando sus propiedades como fijadoras de nitrógeno atmosférico, desarrolladoras de biomasa, etc. Actualmente a 2022 el experimento sigue funcionando hasta el 2022 donde culminara el proyecto y se publicaran los resultados, pero hasta el momento muestra excelentes resultados en su propósito (Redacción Madre de Dios 2018).

2.1.4 Leguminosas como agentes restauradores ambientales de suelos degradados

La Sociedad de Ciencias de Galicia en España presento un artículo titulado “Utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados” (Castellano Hinojasa, Contreras Medrano y J Bedmar 2016) en donde recopila las diversas metodologías empleadas y el tipo de leguminosas que se emplean en función de las características del suelo degradado buscando su restauración, llegando como resultado que la utilización de leguminosas es exitosa en la restauración de taludes y suelos ya que fijan nitrógeno a los mismos. Los tratamientos de leguminosas son variados de acuerdo a los objetivos que se desee: revegetación, hidrosiembra, etc. La selección de las especies de leguminosas varía de acuerdo al suelo y el tipo de degradación puesto que cada leguminosa aporta nitrógeno en diferentes concentraciones.

En los trabajos realizados con recuperación con leguminosas, lo que resalta es la capacidad de estas para desarrollarse en suelos de poca fertilidad, suelos con textura inestable como muy arenosas y por lo tanto de poca capacidad de intercambio catiónico, alto estrés térmico y poco suministro hídrico. La capacidad de ser muy agresivas en cuanto a su propagación, suministro de masa foliar y la capacidad de asociación con microorganismo, micorrizas y *Rhizobium* entre otras más. Estas plantas a todas luces son el primer paso para comenzar la recuperación de suelos degradadas, que por sí solos lo podrían hacer, pero le tomaría más tiempo a la misma naturaleza.

2.2 Base teórica

2.2.1 Antecedentes del área de estudio.

El tesista realizó una entrevista en el mes de enero del 2020 al M.Sc. Gabriel Velásquez Ramírez, investigador del IIAP en Madre de Dios, quien participó en un concurso llevado a cabo por el CONCYTEC en 2018, el proyecto radica en la recuperación de áreas degradadas por actividades mineras con el uso de leguminosas herbáceas, ante ello la Comunidad Nativa de San Jacinto, que está ubicada en el Departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distrito de Tambopata, kilómetro 60 carretera Interoceánica Puerto Maldonado – Mazuko, margen derecha, firmó un convenio con el IIAP en 2017 para dar inicio a un programa de experimentación con el propósito de recuperar áreas degradadas por la actividad minera, teniendo como principal método la investigación de leguminosas herbáceas para la recuperación de suelo, aprovechando la capacidad de estas de mejorar la fertilidad del suelo. Ya para 2019, se emplearon siete leguminosas herbáceas, donde hasta la fecha se siguen evaluando para determinar su potencial en la producción de cobertura y recuperación de áreas degradadas. El propósito principal de la investigación del IIAP es crear tecnología y metodología sencilla, barata y con resultados óptimos para que la comunidad se empodere de ella y puedan realizarlo a gran escala en aquellas áreas que lo requieran.

2.2.2 Problemas ambientales en San Jacinto.

La Comunidad Nativa de San Jacinto comprende una extensión, para 2018, de 8 803,83 hectáreas (Ocho mil ochocientos tres enteros ochenta y tres centésimas) de las cuales el 20% esta deforestada (Alarcón Aguirre y Gutiérrez Alberoni 2018). La comunidad decidió realizar trabajos de extracción minero por cuenta propia o recibir un pago por permitir el trabajo en su comunidad, todo ello llevado en gran parte por mineros informales. La actividad minera en la comunidad muestra un gran desorden tanto en las gestiones como en el impacto ambiental, no apuesta en la conservación o en métodos socioeconómicos con menor impacto ambiental, como plantaciones o castaña. Todo esto en contraste con otras comunidades nativas, como Puerto Arturo, cuya comunidad con sus 3,741 (Tres mil setecientos cuarenta y uno) hectáreas con aproximadamente 10 hectáreas usadas para la agricultura, una actividad que también posee un grado de impacto ambiental, pero nada en comparación a la minería. Esta comunidad apuesta en gran parte por la conservación, trabajos de recolección de castaña y cultivo y rechazaron, en comunidad, la actividad minera en cualquiera de sus formas, esto último nos demuestra una mejor organización en comparación a San Jacinto. (Alarcón Aguirre y Gutiérrez Alberoni 2018).

2.2.3 Leguminosas, coberturas.

***Stylosanthes guianensis*:** Según Info pastos y forrajes (Viloria 2020) las *Stylosanthes g.* son leguminosas perennes muy dispersar en América central y sur, de crecimiento erecto y reticulado, pose en sistema radicular muy poderoso, llegando a Alturas de 1.5 metros, con hojas trifoliadas y flores amarillas, no tolera mucho la sombra. Se adapta bien a suelos de baja fertilidad, soporta temperaturas altas y sequias, desarrollándose bien hasta 1200 msnm con precipitaciones de 1000 – 2500 mm. Se utiliza fuertemente en pastoreo, ya que puede producir entre 5 a 10 toneladas de cobertura por hectáreas por año, contiene entre 8 a 15 por ciento de proteínas en sus componentes, crece bien en asociación con gramíneas. Estas características, principalmente el hecho que soporta suelos de baja fertilidad, fuertes sequias,

además del hecho que no son estranguladoras, puede favorecer a ganar terreno en una zona desprovista de vida vegetal, aunque es bien conocida por ser muy dominante, su cobertura es tan densa que, si no se hace un raleo cada mes, podría tapar por completo a un plantón que se plante en su zona, recordemos que crecen a 1.5 m de Altura, muy densa.

***Pueraria phaseoloides*:** De origen de zonas templadas y sub tropicales del este y sureste de Asia. Planta perenne, voluble, trepadora, y de crecimiento rastrero, a diferencia de la *Stylosanthes*, presentado un sistema radicular profundo y fuerte. Se adapta muy bien a suelos ácidos, aunque no a suelos salino, entre 0 – 2000 msnm, esta es más tolerante a la sombra, Tolera bien la sequía, unos 4 a 5 meses. Los ataques de plagas son pocos, aunque algunos coleópteros pueden generar pérdidas. Requiere suelos de medianas fertilidad y se recomienda estar asociadas con gramíneas. Como las tres leguminosas aquí presentes, ayuda en la fertilidad del suelo, ya que el fruto si no se cosecha, se reincorpora al suelo mejorando en su fertilidad, y claro, ayuda a fijar el nitrógeno. Esta especie puede producir entre 5 a 6 toneladas por hectárea por año, una vez establecido, cubre rápidamente el suelo y protege tanto la tierra y a las especies forrajeras. (Viloria 2020).

***Centrosema macrocarpum*:** De origen colombiano, se adapta muy bien hasta los 1,400 msnm, prefiere suelos ácidos de baja fertilidad, aunque no se adapta a suelos arcillosos, de precipitaciones entre 1,000 a 2,500 mm con una producción de 900 a 2,000 kg por hectárea por año, al igual de que las dos leguminosas presentadas, hace simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógenos. (Instituto Colombiano Agropecuario 1987).

Todas estas leguminosas antes mencionadas, tienen en común que presentan nódulos de *Rhizobium* que les permite fijar nitrógeno atmosférico en el suelo.

2.2.4 Clasificación Sistemática de *Cedrela fissilis* Vell

Según Ministerio del Ambiente Perú y Sistema Nacional de Información Ambiental (2019).

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Sapindales
- **Familia:** Meliáceas
- **Género:** *Cedrela*
- **Nombre Científico:** *Cedrela fissilis Vell*
- **Nombre común:** Cedro.

2.2.5 Descripción Botánica.

Según Dueñas y Nieto (2010) define a la *Cedrela fissilis Vell* de la siguiente manera.

- **Habitad:** Árbol de 25-35 m de Altura total, diámetro de 45-100 cm, con el fuste cilíndrico.
- **Ramificación:** Simpódica, se ramifica desde el último tercio.
- **Corteza externa:** Agrieta, color marrón cenizo claro, las grietas separadas 2-5 cm entre sí, los ritidomas escamosos forman placas casi rectangulares de unos 2.5 * 8-15 cm.
- **Corteza interna:** Exfoliable irregularmente en placas de color rosado y crema pálido, con característico y tenue olor a ajos.
- **Raíz:** La base del fuste recta, con raíces tablares (Aletas pequeñas)
- **Hojas:** Compuestas alternas paripinnadas, también imparipinnadas, dispuestas en espirales; con tendencia a agruparse en los extremos en las ramitas, de 20-35 cm de longitud, el raquis acanalado, los folíolos 5-10 pares, alternos o subopuestos, espaciados unos 3-4 cm entre sí, oblongos u oblongo lanceolados, de unos 9-12 cm de longitud y 3,5-5 cm de ancho,

el ápice agudo, cortamente acuminado, el acumen de 0.4-0,8 cm de longitud, la base aguda a obtusa, a menudo asimétrica, el borde entero, los nervios secundarios 14-16 pares, impresos en el haz, los folíolos glabros.

- **Inflorescencia:** Panículas largas de 35 cm – 60 cm de longitud. Flores pequeñas y unisexuales por atrofia de uno de los sexos de 8-10 cm de longitud.
- **Frutos:** Capsulas elipsoidales dehiscentes de 3-4(5) cm de longitud y 1.8 – 2.8 cm de diámetro, la superficie de color marrón claro y cubierta de lenticelas blanquecinas, los frutos abren en 5 valvas leñosas y una columna central lleva prendidas numerosas semillas.
- **Semillas:** Numerosas semillas con alas de 2-3 cm de longitud, color castaño claro. Dispersión por el viento.
- **Fenología:** Floración durante la estación seca, entre julio a octubre y el fructificación hacia fines de la estación seca.
- **Usos:** La madera es de la más alta trabajabilidad y durabilidad, aunque dependiendo de las condiciones del sitio puede ser algo variable en atributos. Es blanco y liviano, con grano recto y textura media a gruesa, de color rosado claro a rojizo. Es extremadamente durable, apreciada para carpintería, ebanistería fina, es reconocida como una de las mejores maderas neotropicales.
- **Simbiosis:** Las Meliáceas son muy dependientes de la simbiosis entre las raíces y los hongos micorrizas arbusculares (HMA) ya que facilitan la asimilación de sustancias como Fósforo y Potasio, así como otros nutrientes, esenciales para su crecimiento y desarrollo.

2.2.6 Ecología de la *Cedrela fissilis* Vell.

El Ingeniero Forestal Roger Tarazona (2017) realizó un esquivo trabajo junto a diversas instituciones entre ellos el Proyecto Bioamazonia donde describe la procedencia y distribución del género *Cedrela* en el Perú. En el artículo preliminar recogeremos información clave sobre su entorno y distribución de la *Cedrela*, incluyendo a *Cedrela fissilis Vell.*

Con respecto a la *Cedrela fissilis Vell*, la superficie potencialmente idónea para esta especie abarca unos 359,180.0 km² unos, 27.69% del territorio Nacional. Localizándose en la parte sur y central de selva baja, cubriendo también sectores de selva alta de San Martín, en Selva Central, en el P.N. del Manu y en la cuenca media del río Tambopata. Con respecto a su ecología, según Villarroel (2009) las *Cedrelas* son muy demandantes de la luz, y pioneras. Son emergentes o con plena luz superior, encontrándose en bosques primarios y secundarios, evitando juntarse por el ataque de *Hypsipyla grandella*. Crecen en suelos con buen drenaje, suelen encontrarse en suelos húmedos, no se desarrolla bien en suelos superficiales y con capa freática superficial. Las diferentes *Cedrela* se adaptan bien a diferentes tipos de clima: Templado húmedo, subtropical húmedo. Aguantan bien un déficit hídrico desde nulo hasta de precipitaciones de 3,700 mm con temperaturas de entre 13° C hasta 26° C, pudiendo soportar temperaturas muy bajas.

Cabe mencionar que *Cedrela fissilis Vell* entro, desde el 28 de agosto del 2020 al Apéndice II de CITES como especie Vulnerable. (Villarruel Panduro 2018; Roger 2017).

2.2.7 Formación de suelo (Natural o antropogénico).

- **Antrópica:** La formación o construcción de suelos artificiales o también llamados tecno suelos, tecno soles o tecno oíl. Son suelos elaborados a base a la mezcla de diversos materiales no tóxicos, empleados para la mejora de suelos agrícolas o en la restauración de zonas degradadas. Esta

actividad tiene una doble finalidad, se valorizan residuos y se recuperan suelos degradados sin costes excesivos (GONZALEZ 2017).

- **Naturales:** El suelo está constituido por tres capas de las cuales la capa superior o roca madre es la más importantes, pues contiene todo lo necesario para la vida, en ella se concentra la materia orgánica, una amalgama de ramas, hojas, raíces, etc. que están en proceso de descomposición para que las plantas puedan absorber los nutrientes que contienen. Formar una capa de dos centímetros de suelo, podría llevar varios siglos (portalacademico 2019).

2.2.8 Recuperación de suelos.

Según Francisco Aliaga Gallegos, que escribe en Revista Digital (2018) señala que la incorporación de materia en un suelo degradado ayuda a este a reactivar una serie de reacciones químicas entre los nutrientes, a reactivar sus ciclos, con la micro fauna encontrada en los suelos para que estas inicien la descomposición de los nutrientes, un proceso necesario para reactivarlo. Pero la sola incorporación de materia orgánica no basta para recuperar un suelo degradadas, aunque es necesario y prioritario, hay otros factores que deben resolverse antes de aclamar victoria, factores como la climatología, el pH del suelo, contaminación de por sustancia toxicas, etc. Estos factores deben ser resueltos y suelen ser mucho más difíciles y costos que solo administrar enmiendas orgánicas.

2.2.9 Relave minero e impacto ambiental.

El relave minero es una mezcla de materiales entre los cuales esta arena, rocas, grava, limo y metales pesados. Este último lo hace toxico para el desarrollo de la fauna y flora nativa, es un material no valioso que se almacena, según donde se trabaje, en las laderas de los ríos o en el interior del monte y generalmente queda abandonado en el lugar, puesto que hay un escaso o nulo trabajo para tratarlos como es debido (Ministerio de Minería

Gobierno de Chile 2019). Según sea la actividad que se realice en las minas, estas son de dos categorías:

- Pasivos Mineros: Son aquellos campamentos, botaderos o los mismos depósitos de relave cuyas actividades cesaron por largos periodos de tiempo o de forma definitiva, en otras palabras, aquellos que fueron abandonado.
- Activos Mineros: Aquellos que aún siguen activos, que aun operan, siguen generando más relave sobre el ya existente, y en ocasiones vuelven a relavar el relave con la esperanza se sacar más metal preciado.

En cualquier de los dos casos mostrados, los efectos en el medio ambiente son los mismos:

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Contaminación del suelo.
- Impacto visual negativo.
- Contaminación en los seres vivos, incluyendo humanos.
- Descenso en la germinación y desarrollo vegetal.

2.3 Definición de términos.

Análisis de varianza (ANOVA): En una de las técnicas de análisis estadístico más utilizado, permitiendo medir semejanzas o diferencias entre 3 o más grupos distintos, de esta forma es posible calcular si los valores medidos son iguales o distintos entre los grupos estudiados.

Árbol semillero: Un árbol semillero es aquel individuo de una especie escogido por poseer entre todas las demás, las mejores características anatómicas posibles, libre de enfermedades, para que sus semillas sean usadas en futuras siembras y de esa forma lograr repetir esas características deseables en la siguiente generación (Inforegion 2019)

Bokashi: Es un abono orgánico cuya principal función es reactivar la actividad bacterias promotoras del desarrollo de la planta. Fácil de fabricar, materiales disponibles en todo momento y de bajo costo (Sistemaagricula 2017).

Efecto borde: El efecto borde se presenta cuando dos hábitats drásticamente diferenciados en su morfología, biodiversidad, etc. se encuentran. En definitiva, el borde marca el final y el inicio de la continuidad de los hábitats (zooportraits 2019). Este caso se puede dar por ejemplo en un incendio forestal, cuando este termina se nota una diferencia drástica entre un bosque primario y al lado y pastizal, puesto que el bosque que se encontraba ahí había sido consumido por el fuego.

Enmienda: Las enmiendas en la agricultura, en el suelo, son sustancias que mejoran ya sea la química o la física para que la planta se desarrolle correctamente. El mejoramiento de esta puede ser de uno o varias características del suelo (Rioclaro 2020).

Ley del mínimo de Liebig: Indica que el nutriente menos disponible, limita el crecimiento de la planta, que por más nutrientes que tenga disponible la planta, si escasea uno, aunque este lo consumo en bajas dosis, podría ser perjudicial en su desarrollo (Marcano 2019). Podría interpretarse como, la cadena es más fuerte como el eslabón más débil.

Macronutrientes NPK: Los macronutrientes NPK son los elementos más demandados por las plantas para su correcto desarrollo, también conocidos como nutrientes primarios. Para su correcto desarrollo y sobrevivencia es imprescindible que estos tres se encuentren disponibles para la planta. Cada uno de ellos cumple un papel único en el desarrollo de la planta y por lo cual no pueden ser reemplazados por otros nutrientes.

- El Nitrógeno (N) supone de uno a cuatro por ciento del peso seco de la planta, es directamente responsable del desarrollo de aminoácidos y proteínas, en todos los desarrollos principales y rendimiento de la planta, se absorbe en forma de amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-). Está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de la planta y su rendimiento. El correcto suministro de nitrógeno tiene influencia en la absorción de los otros nutrientes (Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes 2002, p. 7).
- El Fósforo (P), que supone entre el 0.1 a 0.4 por ciento el peso seco de la planta. Esta es necesario para el desarrollo de los tejidos, transferencia de energía, esencial para la fotosíntesis y otros procesos físico – químicos. (Asociación

Internacional de la Industria de los fertilizantes 2002). La movilidad del fósforo es muy limitada en el suelo y esta, para su absorción, está en forma de ion ortofosfato (HPO_4^{2-} o H_2PO_4^-) (SMART Fertilizer Management 2019). El fósforo cumple un papel principal en el enraizamiento de la planta y su grosor.

- El Potasio (K), que suple del 1 al 4 por ciento del extracto seco de la planta. Sus funciones son diversas, Activan más de 60 enzimas, el potasio mejora el régimen hídrico y aumenta la toleración en las sequías, heladas y salinidad. Estas aumentan la resistencia a enfermedades.

Estos serían los nutrientes primarios, los más importantes y que deben suministrarse en primer lugar, los nutrientes secundarios que son magnesio (Mg), azufre (S) y Calcio (Ca) (Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes 2002).

Metales pesados: Según Hesperian Health Guides (2019) Las sustancias químicas usadas en minería causan estragos en aire, suelo y agua, de igual manera a los seres vivos que ahí habitan, En el caso de la minería aurífera en Madre de Dios, el mercurio es el principal químico contaminante, junto con grasas y combustibles fósiles. Ellos recomiendan aislar estos químicos en contenedores especializados, algo que hoy en día no está tan empleado como debería.

Micronutrientes: Esto son absorbidos en minúsculas cantidades, y cumplen funciones como las vitaminas en la nutrición humana. Estos son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl), y el boro (B) (Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes 2002).

Minería aurífera: Es la explotación de un entorno con el propósito de obtener oro, en el caso de la minería en Madre de Dios, se trabaja cerca de la rivera de los ríos, drenando parte del suelo riverero, mezclándolo con metales pesados como el Mercurio, dejando tras su paso una mezcla de arena, suelo agrícola y metales pesados conocido coloquialmente como relave (Álvarez et al. 2011).

Modelo de Diseño Bloques Completos al Azar: Se aplica cuando la unidad experimental es heterogénea, las unidades experimentales igual o

homogéneas se agrupan en bloques (Mendiburu 2010). Existirán para este experimento cuatro bloques consistida por los tres diferentes suelos de leguminosas y un sitio de testigo, un área desertificada, que no sufrió tratamiento alguno, dañado por la actividad de la minería aurífera, esta instalación de leguminosas cuenta con tres años de instalación (Desde el 2018)

pH: El pH es una unidad de medida que registra cuan ácido o alcalino es un suelo, desde una escala de 0 (más ácido) hasta 14 (menos ácido) en esta escala, el agua se encuentra en un pH de 7, es decir neutro. La importancia del pH en el suelo se debe a que es una señal del grado de absorción de iones, el indicador principal de nutrientes en el suelo. (GesMontes 2019).

Plantas Leguminosas: Las plantas leguminosas, hierbas, arbustos o árboles, se caracterizan por su gran resistencia al propagarse en áreas con poca fertilidad en básicamente cada rincón del mundo. Además de ello poseen una gran propiedad, que junto a la bacteria del *Rhizobium*, fijan nitrógeno atmosférico (N) al suelo ya sea en amonio o en nitrato. Esto crea un gran beneficio al suelo y las plantas a su alrededor, especialmente a suelos degradados ya que no solo se benefician del nitrógeno, sino también del forraje que se crea, la sombra, la aparición de macro fauna y la restitución de los ciclos bioquímicos (Diana 2015).

Plantón: Los plantones presentan una gran facilidad al momento de aumentar las posibilidades de sobrevivencia y desarrollo de la planta, mejor que sembrarla desde semillas (Portillo 2019). El experimento de este trabajo iniciara con plantones de entre 25 a 30 cm de Altura tal como lo recomienda Olivia y su equipo (2014, p. 16).

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Estudio.

- **Según el objetivo:** Es Aplicada ya que busca resolver un problema practico, determinando el tratamiento o tratamientos más adecuado para poder desarrollar el plantón de *Cedrela fissilis Vell* en relave minero.
- **Según el grado de manipulación de las variables:** Es EXPERIMENTAL ya que es una investigación objetiva, sistemática y controlada con la finalidad de predecir la relación entre dos variables y dos grupos de muestra.
- **Según periodos de mediciones:** Es longitudinal porque se realizarán varias mediciones durante el crecimiento del experimento (Robles 2019).

3.2 Diseño de Estudio.

El diseño de investigación es experimental, en Diseño de Bloques Completos al Azar. Con un total 193 unidades experimentales (Plantones de *Cedrela fissilis Vell*).

Tabla 2. *Tratamientos y bloques, numero de plantones*

	TRATAMIENTOS			
Bloques	<i>Stylosanthes guianensis</i>	<i>Pueraria phaseoloides</i>	<i>Centrocena macrocarpum</i>	Testigo
Bloque 1	15	17	18	
Bloque 2	11	12	29	
Bloque 3	26	38	12	
Testigo				15
Total	52	67	59	15

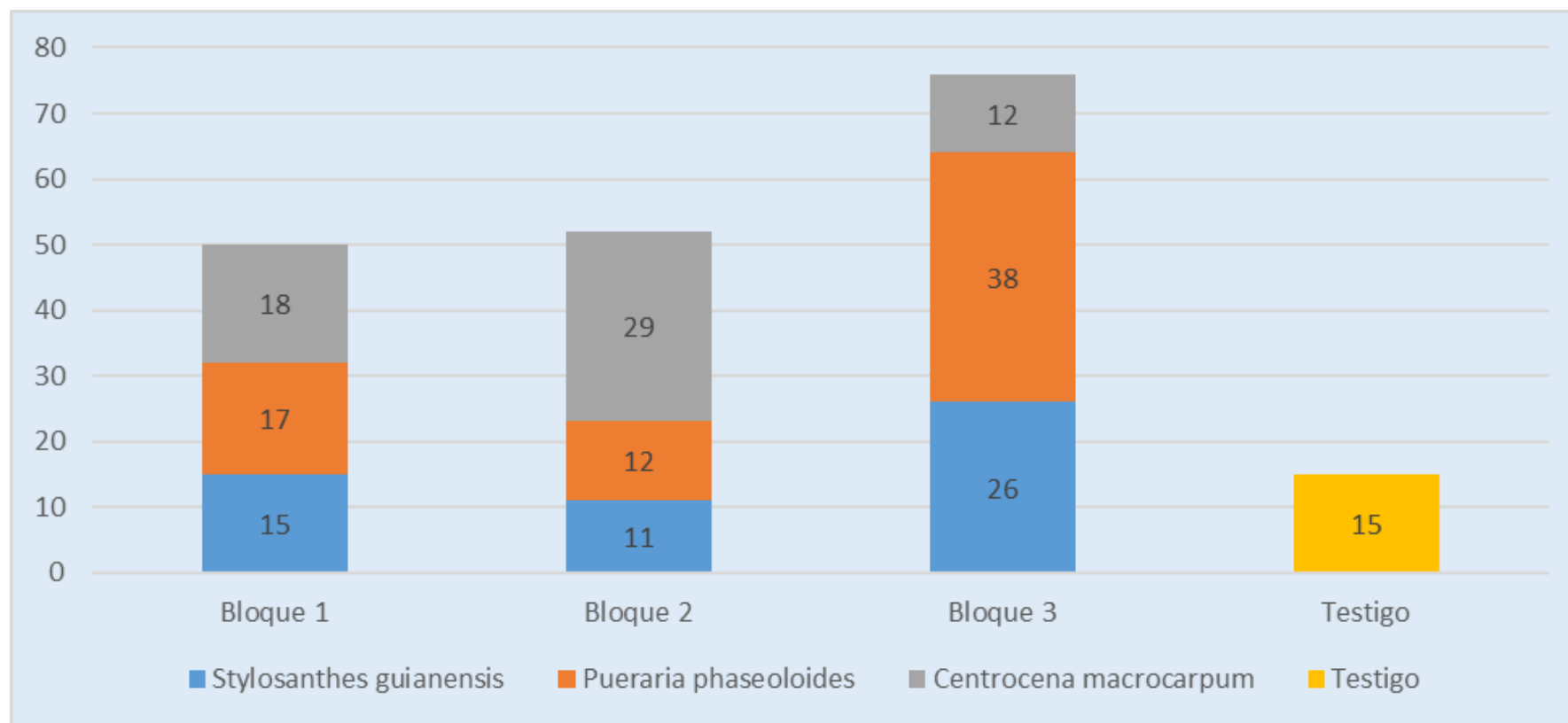


Figura 1: Tratamientos y Bloques, numero de plantones.

3.3 Población y Muestra.

Para llevar a cabo este estudio sobre la tolerancia a la respuesta de los plántones de *Cedrela fissilis Vell* ante los tratamientos, se implementó un enfoque estratégico que consideró tanto un presupuesto limitado como la disponibilidad limitada de unidades experimentales. La selección de un tamaño de muestra de 193 plántones fue el resultado de equilibrar la necesidad de obtener resultados significativos con la restricción presupuestaria y la disponibilidad de plántones en el entorno de estudio.

Este enfoque eficiente en la utilización de recursos aseguró que se obtuvieran datos representativos y viables, considerando la naturaleza específica de la especie y las condiciones requeridas para su cultivo. Además, la cuidadosa selección del tamaño de muestra garantizó la viabilidad y representatividad de los resultados obtenidos, contribuyendo así al avance del conocimiento en el campo de la ecofisiología forestal y la adaptación al cambio climático.

3.4 Métodos y técnicas.

3.4.1 Lugar de Ejecución.

El área de estudio se localiza en la Comunidad Nativa San Jacinto, Distrito de Tambopata, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios, como ruta de ingreso desde la ciudad de Puerto Maldonado hacia Cusco, a 60 kilómetros hasta el pueblo de San Bernardo, luego tomando la entrada margen Derecha 10 kilómetros hasta llegar al área de estudio en el interior de la Comunidad San Jacinto.

3.4.2 Selección de semillas y producción de plántones.

Selección de la especie y obtención de semillas: La especie utilizada en el experimento fue *Cedrela fissilis Vell*. Esta es una especie de alto valor económico por su valiosa madera, las semillas de esta especie fueron colectada de un mismo árbol semillero ubicada en el cementerio San Martín de Porres, en la ciudad de Puerto Maldonado. Aunque para el experimento final se necesitó solo 193 plántones, se sembraron cerca de 850 semillas para de esa forma seleccionar las más aptas.

Clasificación de semillas: Las 850 semillas una vez colectadas, pasaron por un proceso de selección y clasificación, para obtener los mejores especímenes, puesto que no todas ellas estuvieron en buen estado y muchas de ellas han sido atacadas por larvas.

Conservación de semillas: Una vez clasificada, las semillas fueron secadas al sol durante 10 – 20 minutos, para luego ser selladas herméticamente en un recipiente y colocadas en la parte baja de un refrigerador hasta que se decida utilizarse (Hesperian 2019a).

Sustrato y contenedores: El sustrato donde germinó y se desarrolló el plantón hasta alcanzar el tamaño adecuado para su experimentación, estuvo constituido por tierra agrícola o tierra negra, arena y humus en proporciones 1-1-1, en contenedores de plástico con una Altura de 12 pulgadas y un diámetro de 8 pulgadas.

Tratamiento pre germinativo y siembra directa: Las 850 semillas fueron puestas a remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas, una vez transcurrido ese tiempo, fueron sembradas de forma directa en los contenedores a una profundidad dos veces su tamaño (Hesperian 2019a). Estas germinaron y crecieron en el vivero pertenecientes al IIAP.

Manejo de los plantones: Desde que germinan se necesita brindarle los cuidados necesarios para que esta se desarrolle lo suficiente hasta su trasplante a campo definitivo.

Humedad: Los expertos recomiendan un riego contante sin llegar al anegamiento, es decir, que el suelo no se vuelva demasiado lodoso, procurar dos veces por semana o cuando el sustrato se presente demasiado seco (León-Gallegos 2017, p. 20). Por ello, se regaron las plántulas cada semana, estas estuvieron cubiertas con malla raschel de 60% de sombra para evitar un

estrés térmico fuerte en ellas, a su vez en lluvia, esta fue tomado como un riego y no se regará esa semana, esperando a la próxima.

Deshierbas: Con el propósito de eliminar la competencia, se debe eliminar para evitar la variabilidad del desarrollo del plantón. Se deben hacer manualmente con mucho cuidado sin usar productos químicos (León-Gallegos 2017). Las hierbas más comunes que pueden llegar a aparecer es el pasto común, que fueron fácilmente deshierbado, así como hongo u otros.

Selección de plantones: Se seleccionaron 193 plantones entre 11 a 157 cm de Altura que se encontraron en buen estado fitosanitario, con diámetro y Altura semejante entre ellas.

3.4.3 Instalación del experimento.

TRATAMIENTO 1: Zona degradada con presencia de cobertura de leguminosa *Stylosanthes guianensis*.

TRATAMIENTO 2: Zona degradada con presencia de cubierta de leguminosa *Pueraria phaseoloides*.

TRATAMIENTO 3: Zona degradada con presencia de cubierta de leguminosa *Centrosema macrocarpum*.

TESTIGO: Zona degradada desnuda, sin presencia de cobertura.

- **Trazado de las parcelas:** Con la ayuda de cuerdas, brújula y cinta métrica, se marcaron las parcelas para los distintos tratamientos según el diseño de bloques completos al azar.
- **Instalación de plantones:** Se procedió a cavar hoyos según las dimensiones de los contenedores (15 cm de profundidad y 5.5 cm de diámetro) distribuidos según lo señalado, cada 3 metros uno de otros.

- **Adición de la enmienda:** Todos los plántones al momento de ser plantados recibieron 1 kg de Bokashi.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento de todo el experimento consistió en el desyerbado manual cada mes, si lo necesitase.
- **Humedad:** La adición de agua se realizó cuando se produjo precipitaciones, no se añadió más agua que eso, por esa razón el experimento inicio en la época de inicio de lluvias, en el mes enero o febrero del 2021.

3.4.4 Delimitación temporal y espacial.

El experimento se llevó a cabo en un tiempo mínimo de 12 meses (Se pudo extender a más), Aprovechando las lluvias entre finales del 2020 e inicios del 2021, iniciando en la quincena de febrero de 2021, desde la plantación hasta la medición final de los parámetros morfológicos que culmino en abril del 2022. Se levantó información de las variables dependientes Altura, Diámetro, supervivientes y calidad de los plántones de cada mes desde la plantación de los plántones. El área de estudio se encuentra en la Comunidad Nativa de San Jacinto, que está ubicada en el Departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distrito de Tambopata, kilómetro 60 carretera Interoceánica Puerto Maldonado – Mazuko, margen derecha, en las coordenadas **451827 m E; 8605474 m N**. En esta área se instaló desde hace tres años, parcelas con distintas especies de leguminosas herbáceas con el fin de recuperar el suelo degradado por minería aluvial.

3.5 Tratamiento de los datos.

3.5.1 Obtención de datos.

- **Tasa de superviviente:** Este dato se tomó en base al número total de plántones supervivientes entre de plántones iniciales multiplicado por 100, para saber el porcentaje de plántones supervivientes.
- **Medición de diámetro y Altura:** El diámetro se midió empleando la herramienta vernier electrónico desde la base de cada plánton, mientras

que la Altura de cada plantón se tomó a partir de la base hasta la parte más alta o ápice.

- **Calidad de los plantones:** Se evaluó bajo cinco criterios cualitativos, tomando en cuenta la estructura de la planta, indiferentemente si fue atacada por plagas, ya que este factor no depende de la característica propia de la cobertura.

Estado A: Planta vigorosa, recta, con hojas verdes

Estado B: Planta con poca cantidad de hojas, alguna amarillentas

Estado C: Plantas con poca o nulas hojas, pero conserva el tallo original

Estado D: Plantas que perdieron parte del tallo, rebrote

Estado E: Plantas muertas

Estas mediciones se realizaron en 6 periodos de tiempo, desde al inicio de la plantación hasta el final de esta en 12 meses.

3.6 Análisis de datos

Para el diseño experimental se utilizó el Diseño por Bloques Completamente Aleatorios, de 4 tratamientos (PP, SG, CM y Testigo) y tres bloques.

3.6.1 Análisis de Altura y Diámetro

En el inicio del experimento fueron utilizados 193 plantones. Para realizar el análisis de la Altura y diámetro, primero se tuvo que descartar a aquellos plantones que no lograron sobrevivir exitosamente el primer año de evaluación, es decir, se descartó a los muertos y rebrotes, que se usaran para otros análisis, dejando un total de 130 unidades experimentales.

Son estas 130 unidades en total las que se usaron para realizar el análisis de normalidad, prueba de homogeneidad, el análisis de varianza para comparar medias, con un nivel de significación del 95% y para los factores que resultaron estadísticamente significativo se realizó la prueba de Tukey al 5%, utilizando el programa esta sitico R.

3.6.2 Análisis de la calidad de los plantones.

A diferencia del análisis para el diámetro y Altura, aquí se tomó en cuenta el total de plantones utilizados desde el principio (193) ya que se evaluarán tanto a los hayan llegado hasta el final del análisis vivo como los que murieron en el proceso, en base a los cinco criterios fitosanitarios mostrado por el tesista. Se evaluó el porcentaje de estados fitosanitarios presentado por bloque de cada tratamiento.

3.6.3 Análisis de sobrevivencia

Se consideró todos los plantones, un total de 193, para el análisis de sobrevivencia, en donde se contabilizaron periódicamente (6 periodos de tiempo) desde su plantación hasta el conteo final donde se determinó porcentualmente cual tratamiento tuvo el mayor número de sobrevivientes.

CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación, se analizaron los efectos de las variables independientes de altura y diámetro en el crecimiento y desarrollo de un conjunto de plántulas. Estos parámetros fueron seleccionados por su relevancia como indicadores del vigor y potencial de supervivencia, permitiendo evaluar la influencia de factores ambientales y de manejo en el rendimiento de las plantas o sistemas en estudio. Los resultados obtenidos ofrecen una visión clara de cómo estas características estructurales afectan el desempeño general, sentando las bases para prácticas optimizadas de manejo y conservación.

Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 15/02/2021

Para Diámetro:

- **W = 0.994**
- **p-value = 0.8343**

Interpretación:

- El valor de p es bastante alto (0.8343), lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de que los residuos (resi1) siguen una distribución normal. Esto sugiere que los residuos de resi1 son normales.

Para Altura:

- **W = 0.9323**
- **p-value = 3.435e-06**

Interpretación:

- Aquí, el valor de p es muy bajo (aproximadamente 0.0000034), lo que sugiere que se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, los residuos de resi2 no siguen una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 15/02/2021

Para Diámetro:

- **Bartlett's K-squared = 12.829**
- **p-value = 0.005022**

Interpretación:

- El valor de p es menor que 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Esto sugiere que hay diferencias significativas en las varianzas entre los grupos definidos por la variable Cobertura en diámetro.

Para Altura:

- **Bartlett's K-squared = 6.6317**
- **p-value = 0.08461**

Interpretación:

- Aquí, el valor de p es mayor que 0.05, lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Esto sugiere que las varianzas entre los grupos definidos por Cobertura en Altura son homogéneas.

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 15/02/2021

Para Diámetro:

- **DW = 1.8043**
- **p-value = 0.1571**

Interpretación:

- El valor de p es mayor que 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de independencia de errores. Esto sugiere que no hay evidencia significativa de autocorrelación en los errores de Diámetro.

Para Altura:

- **DW = 2.0336**
- **p-value = 0.9548**

Interpretación:

- Nuevamente, el valor de p es muy alto (0.9548), lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula de independencia de errores. Esto sugiere que no hay evidencia de autocorrelación en los errores de Altura.

Conclusión de análisis.**1. Para Diámetro:**

- Dado que los datos muestran normalidad en los residuos, pero presenta heterogeneidad de varianzas, se podría considerar el uso de pruebas **no paramétricas**. Una opción podría ser la **Kruskal-Wallis test** si se está comparando más de dos grupos, o la **prueba de Mann-Whitney U** si se compara entre dos grupos.

2. Para Altura:

- Como no sigue una distribución normal, se recomendaría el uso de pruebas **no paramétricas**. Una opción podría ser la **Kruskal-Wallis test** si se está comparando más de dos grupos, o la **prueba de Mann-Whitney U** si se compara entre dos grupos.

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 15/02/2021.

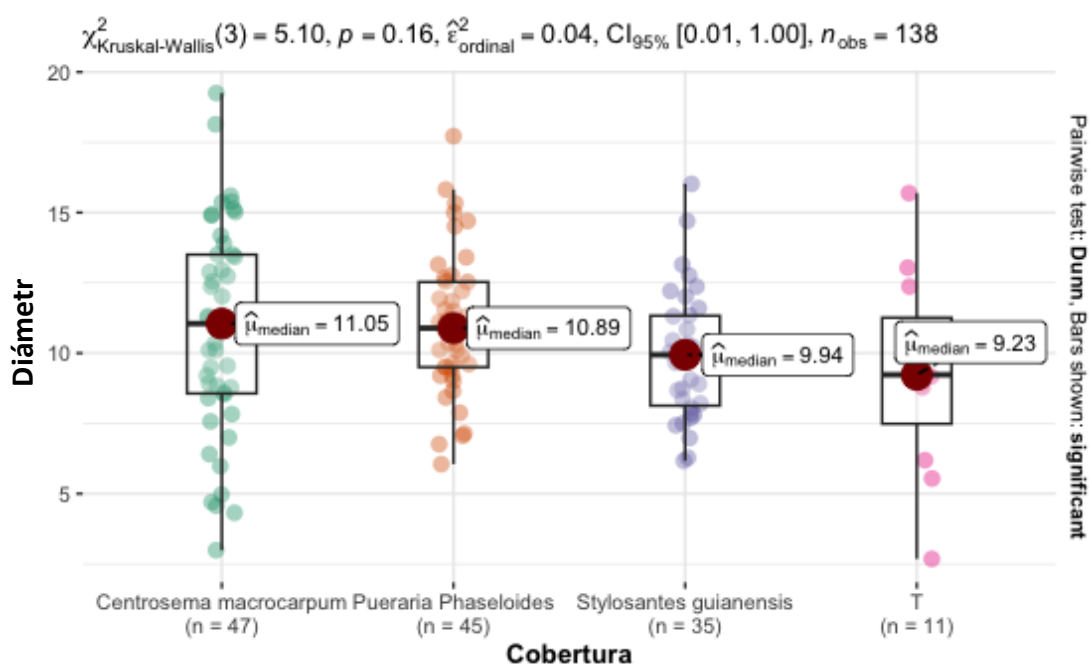


Figura 2: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 15/02/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.16 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de diámetro entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

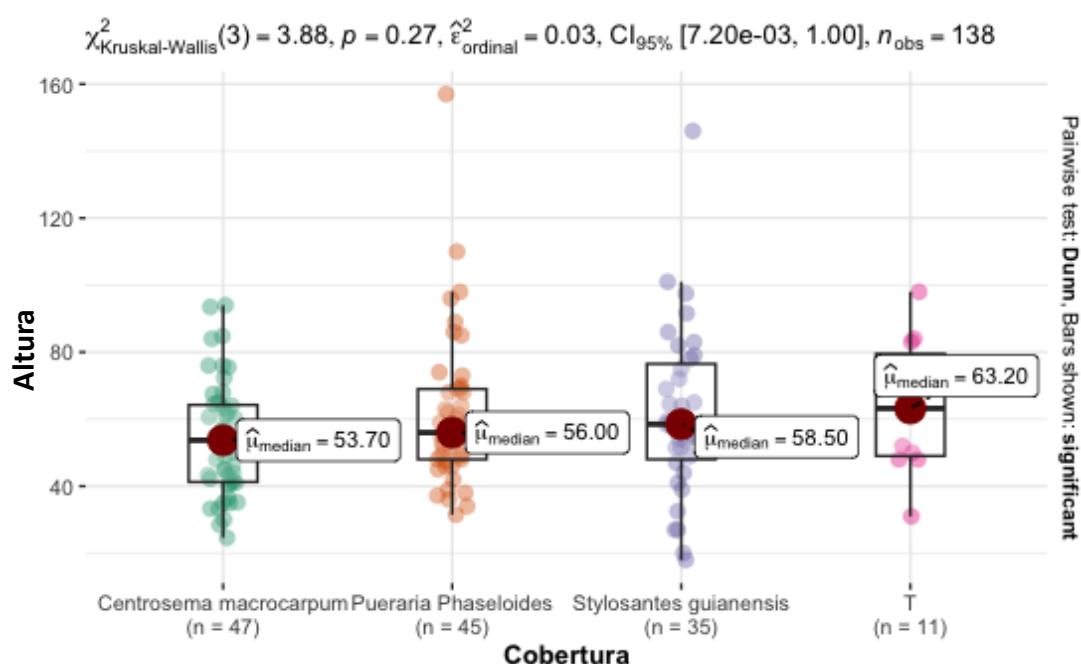


Figura 3: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 15/02/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.16 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 22/04/2021

Para Diámetro:

- **W = 0.98113**
- **p-value = 0.0532**

Interpretación:

- El valor de p es aproximadamente 0.0532, lo que está justo por encima del nivel de significancia común de 0.05. Esto indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad, pero el resultado es marginal, sugiriendo que los residuos de *resi1* podrían ser aproximadamente normales.

Para Altura:

- **W = 0.88498**
- **p-value = 6.202e-09**

Interpretación:

- El valor de p es extremadamente bajo (aproximadamente 0.000000006202), lo que indica que se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Por lo tanto, los residuos de resi2 no siguen una distribución normal.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 22/04/2021

Para Diámetro:

- **Bartlett's K-squared = 2.0407**
- **p-value = 0.564**

Interpretación:

- El valor de p es mayor que 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Esto sugiere que las varianzas entre los grupos definidos por la variable Cobertura en resi1 son homogéneas.

Para Altura:

- **Bartlett's K-squared = 11.36**
- **p-value = 0.00993**

Interpretación:

- El valor de p es menor que 0.05, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad de varianzas. Esto sugiere que hay diferencias significativas en las varianzas entre los grupos definidos por la variable Cobertura en resi2.

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 22/04/2021

Para Diámetro:

- **DW = 2.1654**
- **p-value = 0.4692**

Interpretación:

- El valor de p es mayor que 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula de independencia de errores. Esto sugiere que no hay evidencia significativa de autocorrelación en los errores de modelo1.

Para Altura:

- **DW = 1.8929**
- **p-value = 0.3734**

Interpretación:

- Nuevamente, el valor de p es mayor que 0.05, lo que significa que no se rechaza la hipótesis nula de independencia de errores. Esto sugiere que no hay evidencia de autocorrelación en los errores de modelo2.

Conclusión de análisis.**1. Para Diámetro:**

- Dado que Diámetro muestra una distribución aproximadamente normal y varianzas homogéneas, se puede considerar el uso de pruebas paramétricas como la **ANOVA** o la **t-test** si se está comparando entre dos grupos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el resultado de normalidad es marginal, por lo que se podría considerar una transformación de datos si se presentan problemas.

2. Para Altura:

- Como Altura no sigue una distribución normal y presenta heterogeneidad de varianzas, se recomendaría el uso de pruebas **no paramétricas**. La **prueba de Kruskal-Wallis** sería adecuada si se está comparando más de dos grupos, o la **prueba de Mann-Whitney U** si se compara entre dos grupos.

Estas recomendaciones ayudarán a elegir la metodología estadística adecuada según las características de los datos y los supuestos cumplidos.

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 22/04/2021.

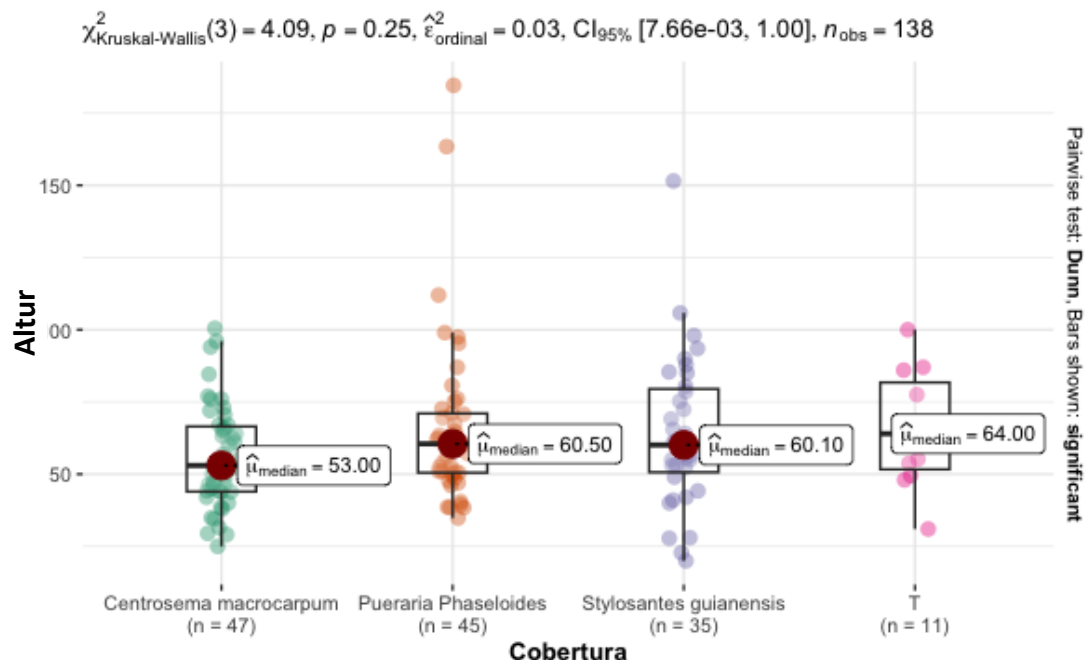


Figura 4: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 22/04/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.25 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Se efectúa un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la significancia estadística de las diferencias entre los tratamientos de la fecha 22/04/2024.

Tabla 3: Resultados de la Prueba de ANOVA DIÁMETRO

Fuente de Variación	Df	Suma de Cuadrados (Sum Sq)	Media de Cuadrados (Mean Sq)	Valor F (F value)	p-value (Pr(>F))
Cobertura	3	116.4	38.81	2.861	0.0393*
Residuales	134	1817.3	13.56		
Total	137	1933.7			

Interpretación de los Resultados

1. Significación del Efecto de Cobertura:

- El valor de p para la variable **Cobertura** es **0.0393**, que es menor que el umbral común de **0.05**. Esto indica que hay diferencias significativas en la media de la variable dependiente entre al menos dos de los grupos definidos por **Cobertura**. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, que postula que todas las medias son iguales.

2. Tamaño del Efecto:

- El valor F de **2.861** indica que la variación entre los grupos (debido a **Cobertura**) es más alta que la variación dentro de los grupos (residuales). Esto respalda la idea de que la **Cobertura** tiene un efecto notable en la variable dependiente.

3. Residuos:

- La suma de cuadrados de los residuos es **1817.3**, y su media cuadrática es **13.56**, lo que sugiere que hay variabilidad no explicada en los datos. La media de los residuos indica el error promedio en la predicción de la variable dependiente.

4. Estadísticas Adicionales:

- La media de **13.32297** y el **coeficiente de variación (CV)** de **27.64144** proporcionan información adicional sobre la dispersión y consistencia de los datos en relación a la media.

5. Conclusión:

- Estos resultados sugieren que el factor **Cobertura** tiene un efecto significativo en la variable dependiente. Sin embargo, sería útil realizar análisis post hoc para identificar específicamente qué grupos son diferentes entre sí y comprender mejor la naturaleza de estas diferencias.

Tabla 4: *Resultados de la Prueba de Tukey.*

Grupo de Cobertura	Diámetro2	Grupo
Pueraria Phaseloides	14.27289	a
Centrosema macrocarpum	13.48383	ab
Stylosantes guianensis	12.59514	ab
Testigo (T)	11.06545	b

Notas sobre la Tabla:

- Los grupos se clasifican mediante letras. Los grupos que comparten la misma letra (por ejemplo, "ab") no son significativamente diferentes entre sí, mientras que los grupos con letras diferentes (como "a" y "b") son significativamente diferentes en cuanto a la media del diámetro.

Observaciones:

- **Pueraria Phaseloides** tiene la media más alta (**14.27289**) y se considera significativamente diferente de **Testigo (11.06545)**.
- **Centrosema macrocarpum** y **Stylosantes guianensis** son similares entre sí y no difieren significativamente de **Pueraria Phaseloides**.
- **Testigo (T)** tiene la media más baja y es significativamente diferente de los demás grupos.

Conclusión General

La combinación de los resultados de la prueba de ANOVA y la prueba de Tukey revela que el tipo de cobertura tiene un efecto significativo en la variable dependiente medida. La prueba de Tukey permite identificar específicamente qué grupos son diferentes entre sí, resaltando cómo **Pueraria Phaseloides** presenta un impacto notable en comparación con **Testigo**, mientras que otros

grupos, como **Centrosema macrocarpum** y **Stylosantes guianensis**, no muestran diferencias significativas. Esto proporciona una comprensión más clara de la influencia de cada tipo de cobertura en la variable estudiada.

Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk **de los tratamientos de fecha 08/06/2021**

Para Diámetro:

- $W = 0.9698$
- $p\text{-value} = 0.003731$ (no se cumple la normalidad)

Para Altura:

- $W = 0.94112$
- $p\text{-value} = 1.44e-05$ (no se cumple la normalidad)

Interpretación:

- Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para ambos modelos muestran valores de p muy bajos (menores a 0.05), indicando que los residuos de ambos modelos no siguen una distribución normal. Esto es un requisito fundamental para realizar ANOVA, ya que la normalidad de los residuos es necesaria para validar los resultados del análisis.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 08/06/2021

Para Diámetro:

- Bartlett's K-squared = **0.53823**, $df = 3$
- $p\text{-value} = 0.9104$ (se cumple la homogeneidad)

Para Altura:

- Bartlett's K-squared = **7.0222**, $df = 3$
- $p\text{-value} = 0.07119$ (no se cumple la homogeneidad)

Interpretación:

- Para **Diámetro**, el valor de p es **0.9104**, que es mayor a 0.05, indicando que las varianzas son homogéneas entre los grupos definidos por **Cobertura**. Esto significa que se puede cumplir uno de los supuestos necesarios para el ANOVA.

- Para **Altura**, el valor de p es **0.07119**, sugiriendo que hay una tendencia hacia la falta de homogeneidad en las varianzas, aunque no es concluyente ($p > 0.05$).

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 08/06/2021

Para Diámetro:

- $DW = 2.1443$
- $p\text{-value} = 0.5492$ (se cumple la independencia)

Para Altura:

- $DW = 2.0015$
- $p\text{-value} = 0.805$ (se cumple la independencia)

Interpretación:

Los resultados del test de Durbin-Watson indican que, para ambos modelos, los valores de p son altos (mayores a 0.05), lo que sugiere que no hay autocorrelación significativa en los residuos. Esto indica que la independencia de errores se cumple, lo cual es otro requisito importante para realizar ANOVA.

Conclusión de análisis.

- **Diámetro:** Dado que se cumple el supuesto de homogeneidad, pero no el de normalidad, se recomienda utilizar una prueba no paramétrica, como la **prueba de Kruskal-Wallis**, para analizar las diferencias entre grupos.
- **Altura:** Dado que tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas no se cumplen de manera concluyente, se sugiere también aplicar la **prueba de Kruskal-Wallis** para este modelo, lo que permitirá obtener resultados más fiables en comparación con el ANOVA tradicional.

En resumen, para ambos modelos, es aconsejable optar por pruebas no paramétricas como la prueba de Kruskal-Wallis debido a la violación del supuesto de normalidad, asegurando así que los resultados sean más robustos y válidos.

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 08/06/2021.

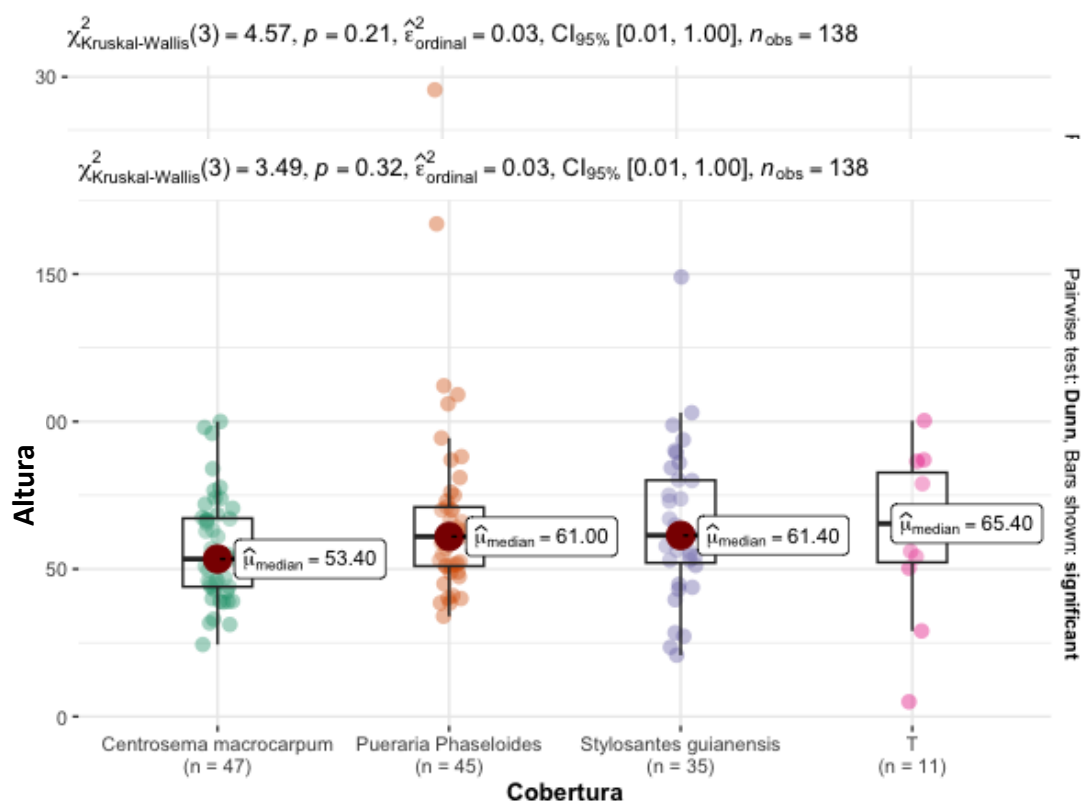


Figura 6: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 08/06/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.21 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de diámetro entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.32 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk de los tratamientos de fecha 24/08/2021

Para Diámetro:

- $W = 0.97419$
- $p\text{-value} = 0.01013$ (no se cumple la normalidad)

Para Altura:

- $W = 0.9342$
- $p\text{-value} = 4.634e-06$ (no se cumple la normalidad)

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para ambos modelos muestran valores de p inferiores a 0.05, indicando que los residuos de ambos modelos no siguen una distribución normal. Este es un requisito fundamental para realizar ANOVA, ya que la normalidad de los residuos es necesaria para validar los resultados del análisis.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 24/08/2021.

Para Diámetro:

- Bartlett's K-squared = **1.0902**
- $df = 3$, $p\text{-value} = 0.7794$ (se cumple la homogeneidad)

Para Altura:

- Bartlett's K-squared = **8.6641**
- $df = 3$, $p\text{-value} = 0.03411$ (no se cumple la homogeneidad)

Interpretación:

- Para **Diámetro5**, el valor de p es **0.7794**, que es mayor a 0.05, indicando que las varianzas son homogéneas entre los grupos definidos por **Cobertura**. Esto significa que se cumple uno de los supuestos necesarios para el ANOVA.
- Para **Altura5**, el valor de p es **0.03411**, que es menor a 0.05, sugiriendo que hay una violación del supuesto de homogeneidad en las varianzas, lo que podría afectar la validez de los resultados del ANOVA.

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 24/08/2021

Para Diámetro:

- DW = **2.0875**
- p-value = **0.793** (se cumple la independencia)

Para Altura:

- DW = **2.1524**
- p-value = **0.5176** (se cumple la independencia)

Interpretación:

Los resultados del test de Durbin-Watson indican que para ambos modelos, los valores de p son altos (mayores a 0.05), lo que sugiere que no hay autocorrelación significativa en los residuos. Esto indica que la independencia de errores se cumple, lo cual es favorable para la validez del ANOVA.

Conclusión de análisis.

- **Diámetro:** Dado que se cumple el supuesto de homogeneidad pero no el de normalidad, se recomienda utilizar una prueba no paramétrica, como la **prueba de Kruskal-Wallis**, para analizar las diferencias entre grupos.
- **Altura:** Dado que tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas no se cumplen de manera concluyente, se sugiere también aplicar la **prueba de Kruskal-Wallis** para este modelo, lo que permitirá obtener resultados más fiables en comparación con el ANOVA tradicional.

En resumen, para ambos modelos, es aconsejable optar por pruebas no paramétricas como la prueba de Kruskal-Wallis debido a la violación del supuesto de normalidad, asegurando así que los resultados sean más robustos y válidos

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 24/08/2021.

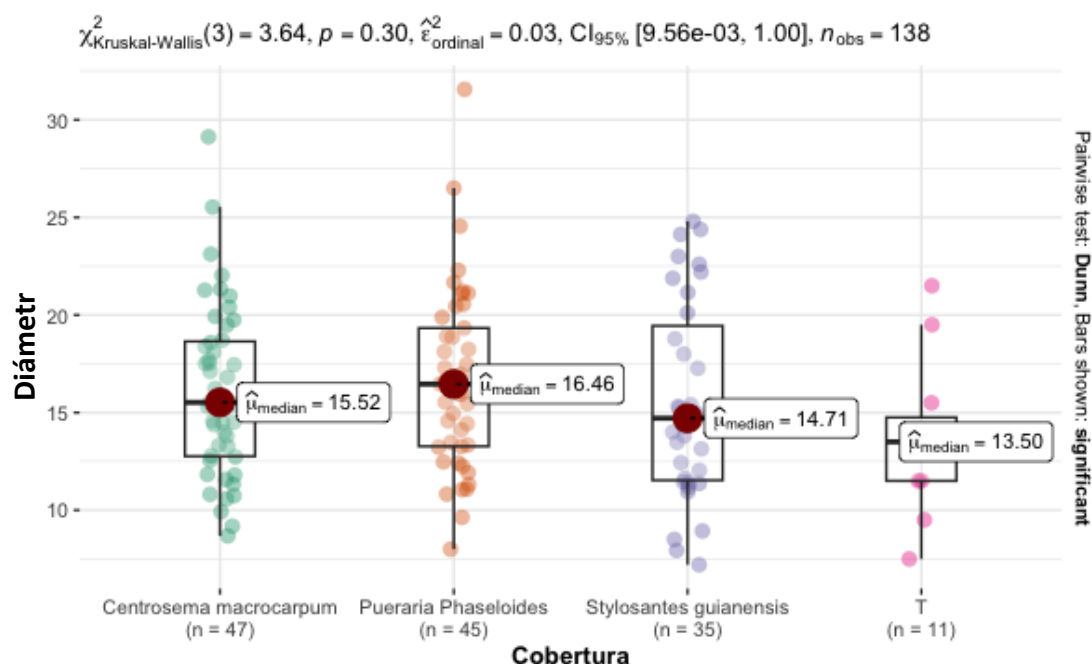


Figura 7: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 24/08/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.30 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de diámetro entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

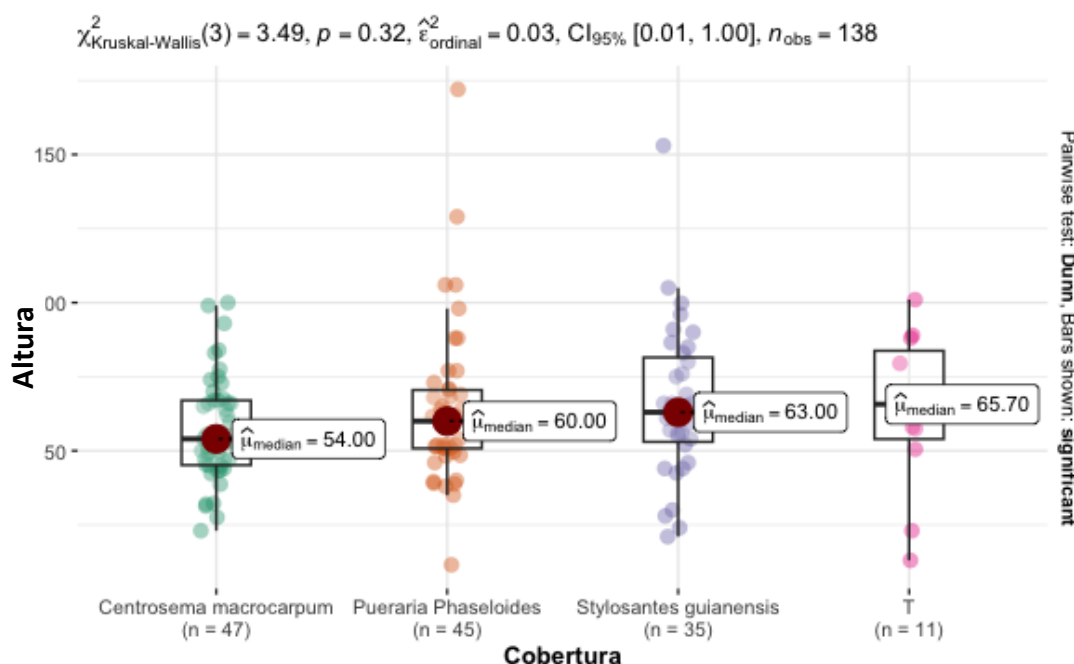


Figura 8: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 24/08/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.32 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 26/10/2021.

Para Diámetro:

- $W = 0.9789$
- $p\text{-value} = 0.03098$ (no se cumple la normalidad)

Para Altura:

- $W = 0.93576$
- $p\text{-value} = 5.954e-06$ (no se cumple la normalidad)

Interpretación:

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para ambos modelos muestran valores de p inferiores a 0.05, indicando que los residuos de ambos modelos

no siguen una distribución normal. Esta violación es crucial, ya que el ANOVA asume que los residuos deben ser normales para garantizar la validez de los resultados.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 26/10/2021.

Para Diámetro:

- Bartlett's K-squared = **1.4349**
- df = **3**, p-value = **0.6974** (se cumple la homogeneidad)

Para Altura:

- Bartlett's K-squared = **8.6461**
- df = **3**, p-value = **0.03439** (no se cumple la homogeneidad)

Interpretación:

- Para **Diámetro6**, el valor de p es **0.6974**, que es mayor a 0.05, indicando que las varianzas son homogéneas entre los grupos definidos por **Cobertura**. Esto es favorable para la validez del ANOVA.
- Para **Altura6**, el valor de p es **0.03439**, que es menor a 0.05, sugiriendo que hay una violación del supuesto de homogeneidad en las varianzas, lo que podría comprometer la interpretación de los resultados del ANOVA para este modelo.

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 26/10/2021

- *Para Diámetro:*
- DW = **2.0684**

p-value = **0.8813** (se cumple la independencia)

Para Altura:

- DW = **1.9319**
- p-value = **0.5097** (se cumple la independencia)

Interpretación:

Los resultados del test de Durbin-Watson indican que para ambos modelos, los valores de p son altos (mayores a 0.05), lo que sugiere que no hay autocorrelación significativa en los residuos. Esto implica que la

independencia de errores se cumple, lo cual es beneficioso para la validez del ANOVA.

Conclusión de análisis.

- **Diámetro:** Dado que se cumple el supuesto de homogeneidad pero no el de normalidad, se recomienda utilizar una prueba no paramétrica, como la **prueba de Kruskal-Wallis**, para analizar las diferencias entre grupos.
- **Altura:** Dado que tanto la normalidad como la homogeneidad de varianzas no se cumplen de manera concluyente, se sugiere también aplicar la **prueba de Kruskal-Wallis** para este modelo, lo que permitirá obtener resultados más fiables en comparación con el ANOVA tradicional.

En resumen, para ambos modelos, es aconsejable optar por pruebas no paramétricas como la prueba de Kruskal-Wallis debido a la violación del supuesto de normalidad, asegurando así que los resultados sean más robustos y válidos.

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 26/10/2021.

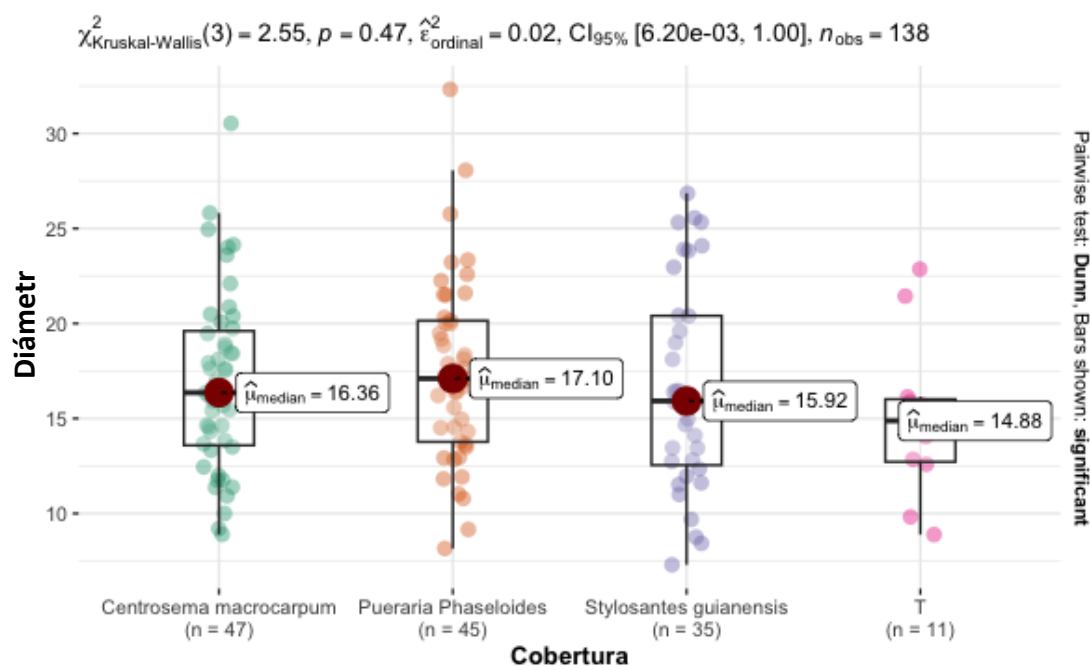


Figura 9: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 26/10/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.47 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para

rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de diámetro entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

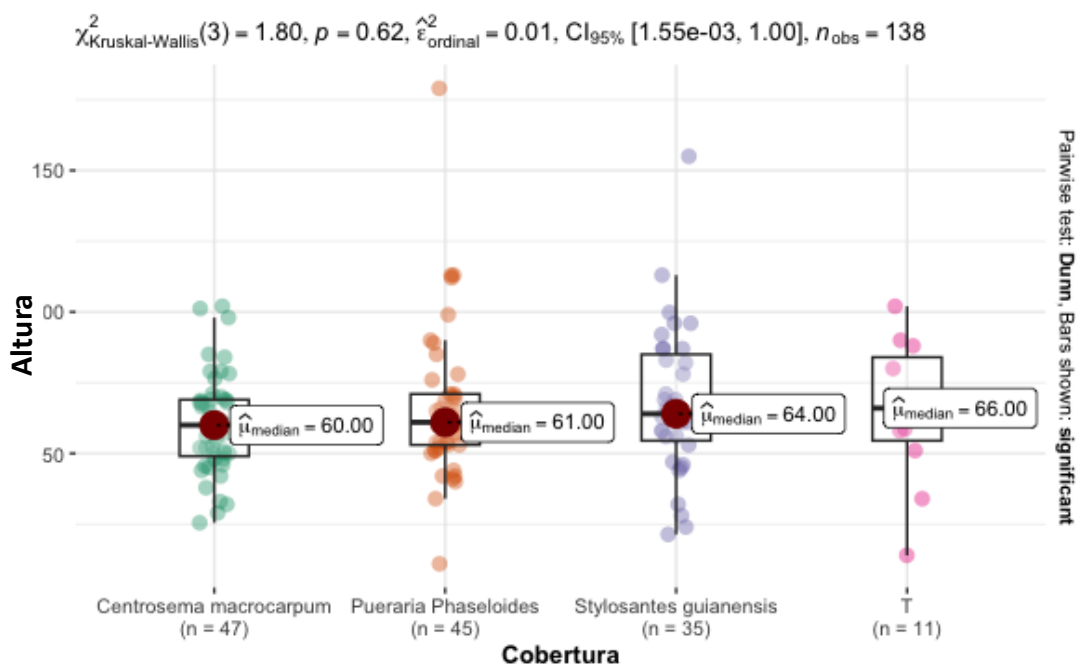


Figura 10: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 26/10/2021.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.62 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 04/04/2022.

Para Diámetro:

- $W = 0.83313$
- p-value = $3.2e-11$ (no se cumple la normalidad)

Para Altura:

- $W = 0.92392$
- $p\text{-value} = 9.623e-07$ (no se cumple la normalidad)

Interpretación:

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para ambos modelos muestran valores de p muy bajos, indicando que los residuos de ambos modelos no siguen una distribución normal. Esta violación es crítica, ya que el ANOVA asume que los residuos deben ser normales para garantizar la validez de los resultados.

Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba de Bartlett) de los tratamientos de fecha 04/04/2022.

Para Diámetro:

- Bartlett's K-squared = **12.166**
- $df = 3$, $p\text{-value} = 0.006835$ (no se cumple la homogeneidad)

Para Altura:

- Bartlett's K-squared = **6.1555**
- $df = 3$, $p\text{-value} = 0.1043$ (se cumple la homogeneidad)

Interpretación:

- Para **Diámetro7**, el valor de p es **0.006835**, que es menor a 0.05, indicando que hay una violación del supuesto de homogeneidad de varianzas, lo que podría comprometer la interpretación de los resultados del ANOVA para este modelo.
- Para **Altura7**, el valor de p es **0.1043**, que es mayor a 0.05, sugiriendo que las varianzas son homogéneas entre los grupos definidos por **Cobertura**. Esto es favorable para la validez del ANOVA.

Independencia de Errores (Prueba de Durbin-Watson) de los tratamientos de fecha 04/04/2021

Para Diámetro:

- $DW = 1.9282$
- $p\text{-value} = 0.496$ (se cumple la independencia)

Para Altura:

- DW = **1.9447**
- p-value = **0.5599** (se cumple la independencia)

Interpretación:

Los resultados del test de Durbin-Watson indican que para ambos modelos, los valores de p son altos (mayores a 0.05), lo que sugiere que no hay autocorrelación significativa en los residuos. Esto implica que la independencia de errores se cumple, lo cual es beneficioso para la validez del ANOVA.

Conclusión de análisis.

- **Diámetro7:** Dado que no se cumple el supuesto de normalidad y hay una violación de homogeneidad de varianzas, se recomienda utilizar una prueba no paramétrica, como la **prueba de Kruskal-Wallis**, para analizar las diferencias entre grupos.
- **Altura7:** Aunque se cumple la homogeneidad de varianzas, la violación de normalidad también sugiere optar por la **prueba de Kruskal-Wallis** para este modelo, asegurando así que los resultados sean más robustos y válidos.

En resumen, para ambos modelos, es aconsejable optar por pruebas no paramétricas como la prueba de Kruskal-Wallis debido a la violación del supuesto de normalidad, garantizando así que los resultados sean más confiables.

Se efectúa prueba No Paramétrica para los tratamientos de fecha 04/04/2021.

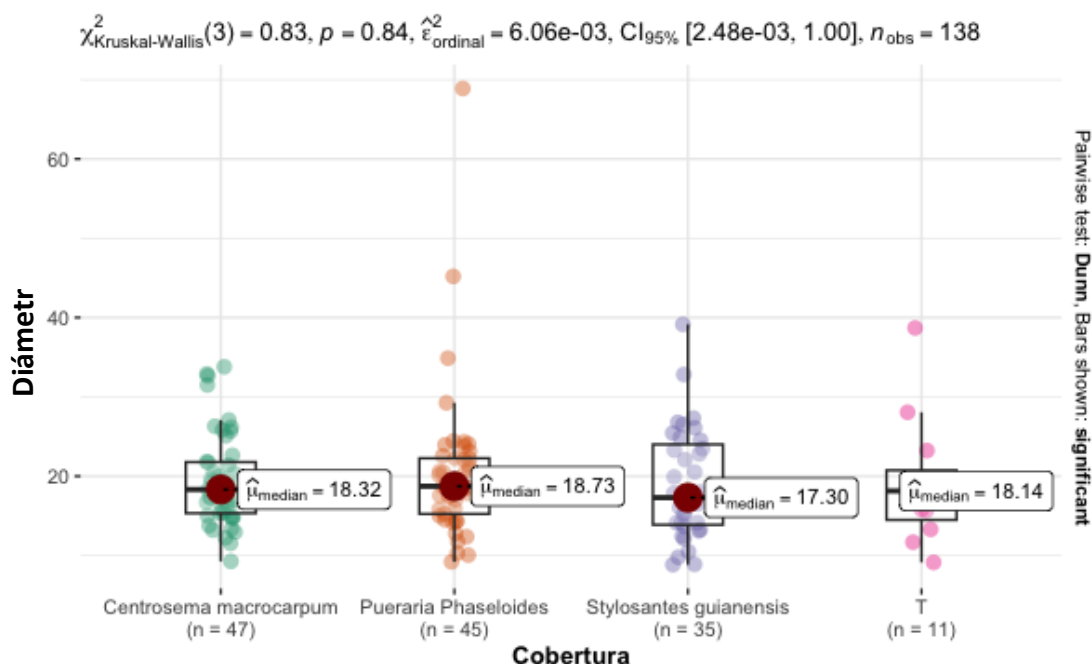


Figura 11: Prueba no paramétrica para los tratamientos de diámetro de fecha 04/04/2022.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.84 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de diámetro entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones.

Con base en los resultados del análisis estadístico, en el cual se obtuvo un valor p de 0.74 (mayor a 0.05), no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las diferencias observadas en el comportamiento de altura entre los grupos analizados podrían deberse al azar y no a un efecto real del tratamiento o factor investigado. Por lo tanto, no se

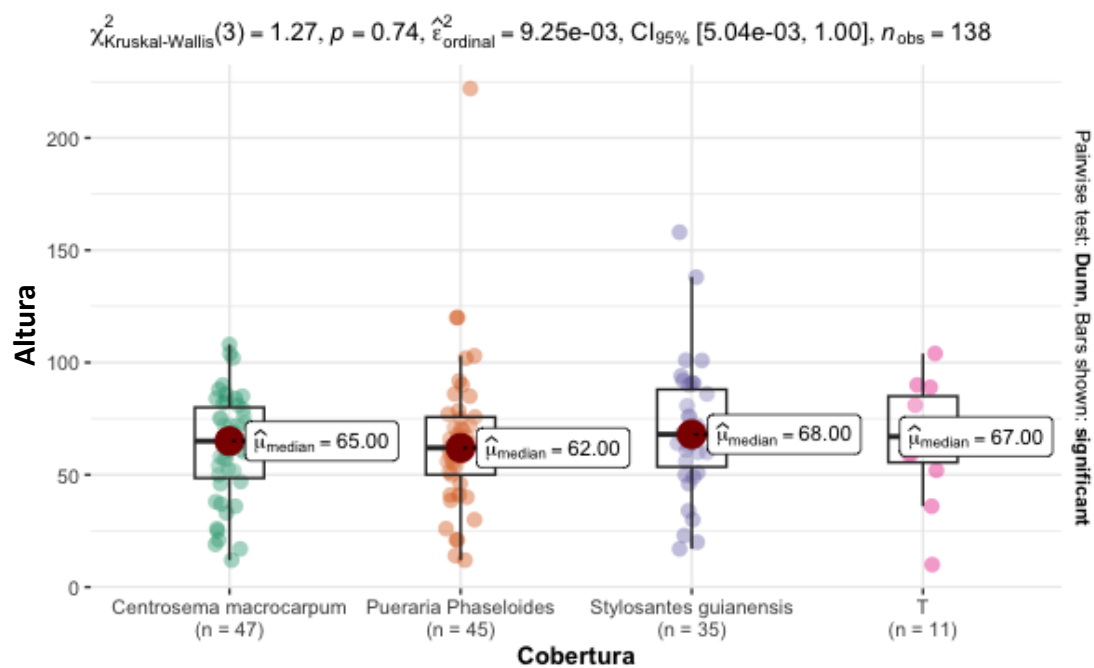


Figura 12: Prueba no paramétrica para los tratamientos de altura de fecha 04/04/2022.

puede concluir que los diferentes tratamientos de cobertura tengan un impacto significativo en altura de los plantones

4.1. De la calidad de los plántones entre tratamientos

Una vez realizado un análisis descriptivo de la calidad de los plántones de las 193 unidades experimentales utilizados en su totalidad obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 5: Datos obtenido de la calidad de los plántones de Cedrela fissilis Vell de fecha 04/04/2022, final del experimento.

DATOS OBTENIDO DE LA CALIDAD DE LOS PLANTONES DE <i>Cedrela fissilis</i> Vell								
ESTADO DE PLANTONES	UNIDADES CM	%	UNIDADES DE PP	%	UNIDADES DE SG	%	UNIDADES DE TESTIGO	%
A	4	6.78	3	4.48	2	3.85	0	0.00
B	7	11.86	4	5.97	2	3.85	3	20.00
C	17	28.81	8	11.94	10	19.23	5	33.33
D	19	32.20	31	46.27	22	42.31	3	20.00
E	12	20.34	21	31.34	16	30.77	4	26.67
TOTAL	59	100.00	67	100.00	52	100.00	15	100.00

En base a los resultados mostrados se puede determinar que:

- El 6.78% de los plantones instalados en *Centrosema macrocarpum* se desarrollaron hasta alcanzar un estado óptimo calificado como A, mientras que el testigo no obtuvo ninguna unidad que alcanzara dicho estado.
- El 33.33% de los plantones instalados en el Testigo resultaron tener una calidad C, la más alta en comparación a los tratamientos con leguminosa.
- El 31.34% de los plantones instalados en *Pueraria phaseoloides* terminaron en calidad E muertos, siendo el mayor tanto de los testigos como de los tratamientos con leguminosas.

De la Supervivencia

De los 193 plantones instalados desde el 15 de febrero del 2021, considerando a los rebrotes como sobrevivientes se tiene el siguiente resultado.:

Tabla 6: supervivencia de cobertura vegetal y testigo desde el inicio al final del experimento.

	15/02/2021	22/04/2021	%	8/06/2021	%	24/08/2021	%	26/10/2021	%	4/04/2022	%
<i>Centrosema macrocarpum</i>	59	58	98.31%	58	98.31%	57	96.61%	56	94.92%	47	79.66%
<i>Pueraria phaseoloides</i>	67	66	98.51%	65	97.01%	62	92.54%	55	82.09%	46	68.66%
<i>Stylosanthes guianensis</i>	52	51	98.08%	51	98.08%	48	92.31%	42	80.77%	36	69.23%
Testigo	15	15	100.00%	15	100.00%	14	93.33%	14	93.33%	11	73.33%
TOTAL	193	190	98.45%	189	97.93%	181	93.78%	167	86.53%	140	72.54%

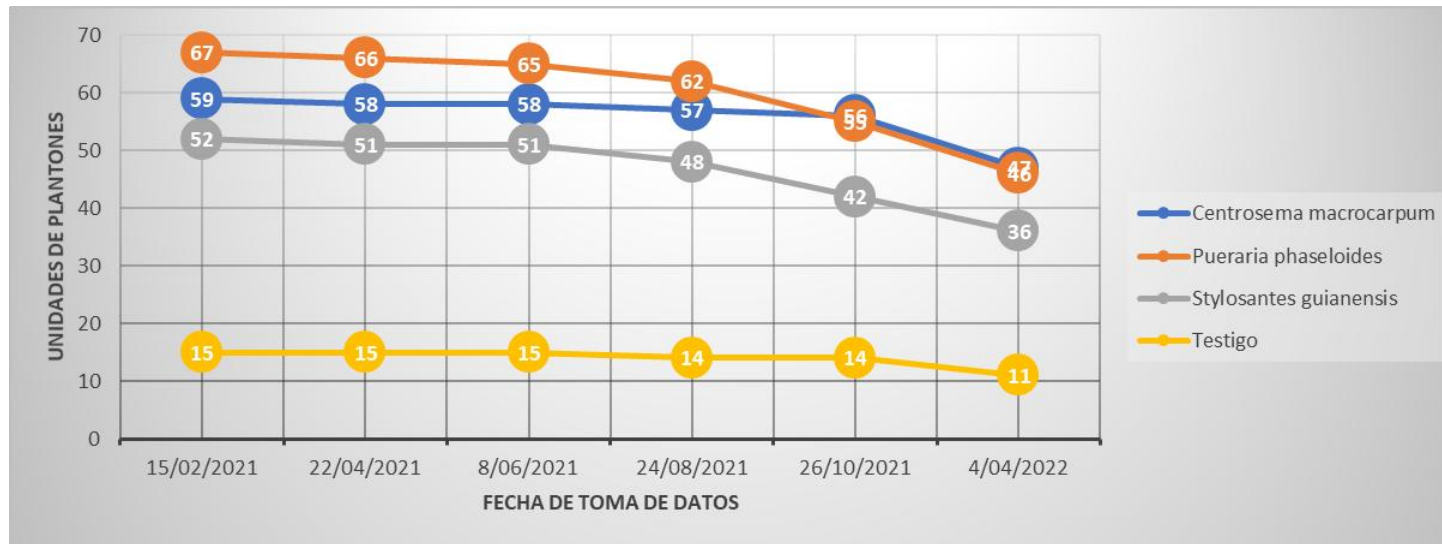


Figura 13: Supervivencia de los plantones.

CONCLUSIONES:

Los resultados de la tesis indican que, en términos de crecimiento en diámetro y Altura, así como en sobrevivencia, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y el testigo para *Cedrela fissilis Vell.*

La robusta sobrevivencia y desarrollo dimensional de *Cedrela fissilis Vell* en comparación con otras especies, incluso bajo condiciones variadas, consolidan su potencial como una opción valiosa en programas de reforestación y conservación.

A pesar de las variaciones en las condiciones y tratamientos, la consistencia en los resultados respalda la capacidad de *Cedrela fissilis Vell* para adaptarse y prosperar en diversos entornos.

Los resultados en la calidad de los plantones en todos los tratamientos indican una baja calidad de los especímenes, no teniendo un resultado óptimo de los mismo, siendo en el mejor de los casos que solo un 6.78 % de los plantones en el tratamiento de *Centrosema macrocarpum* presentan características optima si se tiene planeado crear plantaciones con fines maderables en áreas afectadas con minería recuperadas con esta especie de leguminosa.

SUGERENCIAS

- El experimento se llevó a cabo en el lapso de un año mostrando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, por lo que se sugiera que se amplié el tiempo de evaluación más allá de un año.
- De igual manera el número de unidades experimental deberá ser mayor a las 193 mostradas en este experimento, lo que implicaría que se amplié el área de las coberturas.
- Al ser un experimento llevado a cabo en zonas donde se trabaja minería aurífera, se sugiere realizar bajo el apoyo de instituciones y sus recursos para minimizar los riesgos potenciales de daños en las zonas de estudio.

Bibliografía.

ACTUALIDADAMBIENTAL, 2020. Biodiversidad y cultura en Madre de Dios: Reserva Nacional Tambopata cumple 19 años. [en línea]. [Consulta: 25 septiembre 2020]. Disponible en:

<https://www.actualidadambiental.pe/biodiversidad-y-cultura-en-madre-de-dios-reserva-nacional-tambopata-cumple-19-anos/>.

AGENCIA PERUANA DE NOTICIAS, 2020. Científicos de Madre de Dios trabajan por recuperar áreas afectadas por minería aurífera. [en línea]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-cientificos-madre-dios-trabajan-recuperar-areas-afectadas-mineria-aurifera-800533.aspx>.

ALARCÓN AGUIRRE, G. y GUTIÉRREZ ALBERONI, J.D., 2018. Valor de conservación en bosques de comunidades indígenas: Un estudio de caso en la Amazonia Peruana, San Jacinto y Puerto Arturo. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research* [en línea], vol. 20, no. 3, pp. 301-314. ISSN 23068582. DOI 10.18271/ria.2018.394. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n3/a04v20n3.pdf>.

ALIAGA GALLEGOS, F., 2018. Problemáticas de los suelos: empobrecimiento y contaminación. *REVISTADIGITAL* [en línea]. [Consulta: 10 enero 2020]. Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/recuperar-suelo-empobrecido/>.

ÁLVAREZ, J., SOTERO, V., EGG, A.B. y IPENZA PERALTA, C.A., 2011. Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio: una bomba de tiempo. Informe preparado por el Instituto de la Amazonía Peruana y el Ministerio del Ambiente. [en línea]. Madre de Dios: Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/mineria_aurifera_en_madre_de_dios.pdf.

- ANCCO MAMANI, C.N., 2017. *Sobrevivencia y producción de biomasa de especies de flora en diferentes modelos de siembra, en suelos degradados por la minería en el sector la Pampa - Comunidad "Nueva Arequipa", Distrito Inambari - Provincia Tambopata - Madre de Dios* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/245>.
- ANDRADE, L., REZENDE, L., BRAGA, R.D.P., DIAS, L.E. y GOMES, V.M., 2021. Topsoil depth influences the recovery of rupestrian grasslands degraded by mining. [en línea], pp. 6-15. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/LZtMCqJ9W6yhnr3dvDgZ8bC/>.
- ASOCIACION INTERNACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES, 2002. Los fertilizantes y sus usos. [en línea], vol. 20, no. 12, pp. 83. ISSN 14401681. DOI 10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.
- CÁRDENAS, E., 2013. *EFEECTO DE HIDROGEL EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE Guazuma crinita Mart., Pinus tecunumanii (Eguiluz & Perry) y Cedrela fissilis Vell. - DISTRITO DE PICHANAQUI*. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS.
- CASTELLANO HINOJASA, A., CONTRERAS MEDRANO, V. y J BEDMAR, E., 2016. UTILIZACIÓN DE PLANTAS LEGUMINOSAS EN RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE TALUDES Y SUELOS DEGRADADOS. *SOCIEDAD de CIENCIAS de GALICIA* [en línea], no. December, pp. 30-2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Castellano-Hinojosa/publication/311675960_Utilizacion_de_plantas_leguminosas_en_restauracion_medioambiental_de_taludes_y_suelos_degradados/links/5853e11108ae95fd8e1ff2ec/Utilizacion-de-plantas-leguminosas-en-re.
- CASTILLO CHÁVEZ, P.M., 2018. *RECUPERACIÓN DE LA FERTILIDAD Y FITOEXTRACCIÓN DEL Hg CON CULTIVOS DE COBERTURA EN*

SUELOS DEGRADADOS POR LA MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL EN PUERTO MALDONADO [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Disponible en:
[https://tambopata.org.uk/onewebmedia/Reports/Reports 2019/2019 Pedro Castillo - Thesis report.pdf](https://tambopata.org.uk/onewebmedia/Reports/Reports%202019/2019%20Pedro%20Castillo%20-%20Thesis%20report.pdf).

CATEDRAUNESCO, 2020. Parque Nacional del Manu Patrimonio Natural. [en línea]. [Consulta: 25 septiembre 2020]. Disponible en:
<http://catedraunesco.usmp.edu.pe/2018/08/21/parque-nacional-del-manu-patrimonio-natural/>.

CHAGUA, O. y TARDIO, J., 2015. *EVALUACIÓN DE REMOCIÓN DE COBRE Y ZINC POR LA PLANTA NATIVA Scirpus Californicus (TOTORA) EN LA COMUNIDAD DE POMACHACA - TARMA* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ. Disponible en: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1939/Chagua Orosco - Tardio Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1939/Chagua%20Orosco%20-%20Tardio%20Osorio.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CONTRERAS, S., ROMO, R., MUÑOZ, A. y SANCHEZ, J., 2005. Pruebas de germinación de dos leguminosas herbáceas con potencial para rehabilitar bancos de minería a cielo abierto. *Departamento de Ciencias Ambientales, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y agropecuarias* [en línea], pp. 517-521. Disponible en:
<https://1library.co/document/yn96rw0q-pruebas-de-germinacion-de-dos-leguminosas-herbaceas-con-potencial-para-rehabilitar-bancos-de-mineria-a-cielo-abierto.html>.

DIANA, 2015. LAS LEGUMINOSAS, PLANTAS FIJADORAS DE NITRÓGENO EN EL SUELO. [en línea]. [Consulta: 17 enero 2020]. Disponible en: <https://www.concienciaeco.com/2015/11/27/las-leguminosas-plantas-fijadoras-de-nitrogeno-en-el-suelo/>.

DUEÑAS, H. y NIETO, C., 2010. *Dendrología tropical, caracterización dendrológica de las principales especies forestales de la Amazonia Peruana*. Madre de Dios: s.n. ISBN 9786120005149.

- EMBRAPA, 2020. Recuperação de áreas degradadas usando leguminosas florestais fixadoras de Nitrogênio associadas a fungos micorrízicos. [en línea]. [Consulta: 6 febrero 2020]. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/88/recuperacao-de-areas-degradadas-usando-leguminosas-florestais-fixadoras-de-nitrogenio-associadas-a-fungos-micorrizicos>.
- GARATE, J., 2011. Diez años de proyecto piloto de revegetación de áreas degradadas por minería aluvial en el distrito de Huepetuhe, Madre de Dios. *Biodiversidad Amazónica* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 1-64. ISSN 2075-8081. Disponible en: <http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Biodiversidad/article/view/74>.
- GESMONTES, 2019. Que es el pH del Suelo y Cómo afecta al Desarrollo de la Planta. [en línea]. [Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en: <https://gesmontes.es/que-es-el-ph-del-suelo/>.
- GONZÁLEZ-VALDEZ, E., ALARCÓN, A., FERRERA-CERRATO, R., VEGA-CARRILLO, H.R., MALDONADO-VEGA, M. y SALAS-LUEVANO, M.Á., 2015. Germinación Y Tolerancia De Cinco Especies Vegetales Sembradas En Residuos Mineros: Implicaciones Para La Fitorremediación. [en línea], vol. 7, no. 6, pp. 1. Disponible en: <https://smbb.mx/congresos-smbb/guadalajara15/PDF/XVI/trabajos/IV/IVC-40.pdf>.
- GONZALEZ, P., 2017. ¿Suelos naturales o artificiales? *CARTIF* [en línea]. [Consulta: 10 enero 2020]. Disponible en: <https://blog.cartif.com/suelos-naturales-o-artificiales/>.
- GUERRA MARTINEZ, F. y GARCIA ROMERO, A., 2017. El concepto de resiliencia ecológica y qué atributos de la vegetación se recuperan en los bosques tropicales secundarios una revisión. [en línea]. [Consulta: 26 septiembre 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/Edwin/Downloads/CIMA2017FGM.pdf>.
- HESPERIAN, 2019a. Conservación de semillas. [en línea]. [Consulta: 9

enero 2020]. Disponible en:

https://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Conservación_de_semillas.

HESPERIAN, 2019b. Sustancias químicas usadas en la minería. [en línea].

[Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en:

https://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Sustancias_químicas_usadas_en_la_minería.

HOMERO, V., 2007. Leguminosas podem ser empregadas na recuperação de solos. *FAPERJ* [en línea]. [Consulta: 6 febrero 2020]. Disponible en:

https://www.mendeley.com/catalogue/7ca7e1c0-0fa8-3194-9513-1e058cb6f2b3/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bd1269fb2-5282-4496-ac68-7ff43f5f5602%7D.

HUI SUN, J.Z., RONGJIA WANG, Z.L., SHIYONG SUN, G. y SONG, Y.,

2021. Effects of Vegetation Restoration on Soil Enzyme Activity in Copper and Coal Mining Areas. *Springer* [en línea], pp. 1-18. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-021-01509-3>.

INFOREGION, 2019. Árboles semilleros contribuyen a la conservación de

bosques. *Inforegion* [en línea]. [Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en: <http://www.inforegion.pe/246366/arboles-semilleros-contribuyen-a-la-conservacion-de-bosques/>.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1987. Centrosema Vichada.

Subgerencia de Investigación y Transferencia División de Bovinos Sección de Pastos y Forrajes [en línea], vol. 343, no. 152, pp. 19.

Disponible en:

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20305/78456_7069.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

LEÓN-GALLEGOS, H.M., 2017. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. [en línea], pp. 263. Disponible en:

<http://www.landscare.org/blog/wp-content/uploads/2017/12/manual-de->

caoba.pdf.

- LEON, V., 2017. *CAPACIDAD FITORREMEDIADORA DE ESPECIES ALTOANDINAS PARA SUELOS CONTAMINADOS POR METALES PESADOS PROCEDENTES DE LA COMPAÑÍA MINERA LINCUNA SAC, EN CONDICIONES DE INVERNADERO, 2015-2016* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”. Disponible en:
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1900/T033_72513051_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- LOPEZ CRISTOBAL, L., ESTHER VERA, N., MABEL REYES, L., DOMINGO PERIE, J., COSTAS, R. y MALLORQUIN, A., 2015. EVALUACION DE UNA PLANTACION DE ENRIQUECIMIENTO CON CEDRELA FISSILIS.pdf. *Yvyrareta*, pp. 1-9.
- MARCANO, J., 2019. Factores Limitantes y Ley del Mínimo. [en línea]. [Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en:
<https://jmarcano.com/nociones/minimo3.html>.
- MENDIBURU, F. De, 2010. Diseños estadísticos. [en línea], pp. 1-9. Disponible en: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/academic/metodos1/Bloques.pdf>.
- MICHI QUIJANO, A.I. y IBARRAAZORZA, F.M., 2015. *Evaluación del potencial de reforestación de 4 especies nativas para la recuperación de áreas degradadas por la minería en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/113>.
- MILANO, C., 2018. *Leguminosas herbáceas nativas: una alternativa para la restauración de pastizales y suelos degradados en el sudoeste bonaerense* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SUR TESIS. Disponible en:
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4439/Mi>

lano%2C 2018. Tesis versión final.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MINISTERIO DE MINERIA GOBIERNO DE CHILE, 2019. Relave. [en línea].

[Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en:

<http://www.minmineria.gob.cl/glosario-minero-r/relave/>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE PERU y SISTEMA NACIONAL DE

INFORMACION AMBIENTAL, 2019. Cedrela fissilis. [en línea], vol. 0,

no. 0, pp. 1. Disponible en:

<https://sinia.minam.gob.pe/contenido/cedrela-fissilis>.

MINISTERIO DEL INTERIOR PERU, 2019. Operacion Mercurio. [en línea].

[Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en:

<https://www.gob.pe/institucion/mininter/noticias/25784-operacion-mercurio-2019-permitira-restituir-el-principio-de-autoridad-en-la-pampa>.

MONGABAY, 2018. La deforestación por minería de oro en Madre de Dios

es la más alta en los últimos 32 años. [en línea]. [Consulta: 25

septiembre 2020]. Disponible en:

<https://es.mongabay.com/2018/09/peru-deforestacion-mineria-madre-de-dios/>.

MONITORING OF THE ADREAN AMAZON PORJECT, 2017. MAAP #75: EL

PAPA VISITARÁ MADRE DE DIOS, REGIÓN CON UNA CRISIS DE

DEFORESTACIÓN. [en línea]. [Consulta: 1 noviembre 2020]. Disponible

en: <https://maaproject.org/2017/mdd/>.

MONTANDON CHAER, G., SILVA RESENDE, A., CARNEIRO CAMPELLO,

E.F., MIANA DE FARIA, S. y BODDEY, R.M., 2011. Nitrogen-fixing

legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in

Brazil. *Tree Physiology* [en línea], vol. 31, no. 2, pp. 139-149. Disponible

en: <https://academic.oup.com/treephys/article/31/2/139/1715624>.

MUNIVE, R., LOLI, O., AZABACHE, A. y GAMARRA, G., 2018.

Fitorremediación con Maíz (*Zea Mays* L) y compost de *Stebia* en suelos degradados por contaminación con metales pesados. *Scientia*

Agropecuaria [en línea], vol. 9, no. 4, pp. 10. DOI

10.17268/sci.2018.04.11. Disponible en:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n4/a11v9n4.pdf>.

OJO PUBLICO, 2020. La minería ilegal se reubica en el límite en la Reserva Nacional Tambopata. [en línea]. [Consulta: 10 septiembre 2020].
 Disponible en: <https://ojo-publico.com/1926/la-mineria-ilegal-se-reubica-en-el-limite-en-la-reserva-tambopata>.

OLIVA, M., VACALLA, F., PÉREZ, D. y TUETO, A., 2014. Vivero Forestal Para La Producción De Plantones De Especies Forestales Nativas: Experiencias E Molinopampa, Amazonas- Perú. *Itto* [en línea], vol. 1, pp. 20. Disponible en:
<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1419.pdf>.

ONÉSIMO, C.M.G., DIAS, D.D., BEIRÃO, M.V., KOZOVITS, A.R. y MESSIAS, M.C.T.B., 2021. use of topsoil. [en línea], vol. 29, no. 1, pp. 10-12. Disponible en:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.13303>.

ORDÓÑEZ, R., KHERAIWISH, D., POLO, M.J., GIRÁLDEZ, J. V y GONZÁLEZ, P., 2005. Influencia del encalado sobre la movilidad de metales en un suelo contaminado en el Valle del Río Guadamar (Sevilla). *Estudios de la Zona No Saturada del Suelo* [en línea], vol. 7, no. 0, pp. 29-32. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/242072615_INFLUENCIA_DEL_ENCALADO SOBRE LA MOVILIDAD DE METALES EN UN SUELO CONTAMINADO EN EL VALLE DEL RIO GUADAMAR SEVILLA.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, 2020. Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público. [en línea]. [Consulta: 9 septiembre 2020]. Disponible en:
<https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.

PORTALACADEMICO, 2019. ¿Cómo se forma el suelo? [en línea], pp. 13.

Disponible en:

<https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicII/Inicios345Q2U1Suelo.pdf>.

PORTILLO, G., 2019. ¿Qué son y qué características tienen los plantones?

JardineriaOn [en línea]. [Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en:

<https://www.jardineriaon.com/caracteristicas-tienen-los-plantones.html>.

REDACCION MADRE DE DIOS, 2018. Joven huancaíno gana proyecto para reforestar áreas degradadas por minería, en Madre de Dios. [en línea].

[Consulta: 3 febrero 2020]. Disponible en:

<http://noticias.madrededios.com/joven-huancaino-gana-proyecto-reforestar-areas-degradadas-mineria-madre-dios/>.

RETA, L.D.E.L.A., CHRAPEK, C., PEZZUTTI, R., SCHENONE, R. y ROJAS, A., 2015. Sobrevivencia-y-crecimiento-inicial-de-5-sp-nativas-De-La-Reta_-et-al. , pp. 1-5.

RIOCLARO, 2020. ¿QUE ES UNA ENMIENDA AGRÍCOLA? [en línea].

[Consulta: 17 enero 2020]. Disponible en: <http://www.rioclaro.com.co/-que-es-una-enmienda-agricolar-content-66.html>.

ROBLES, F., 2019. Los 15 Tipos de Investigación Científica y sus

Características. *Lifeder* [en línea]. [Consulta: 9 enero 2020]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/tipos-investigacion-cientifica/>.

ROGER, T., 2017. Estado situacional de las especies del genero *Cedrela*

spp. en el Peru. [en línea], pp. 5. Disponible en: <http://www.otca-oficial.info/assets/documents/20200629/6a7215230f14cd73e8c16968d374324c.pdf>.

ROJAS GUTIERREZ, H., 2017. *EVALUACIÓN DE PLANTACIONES DE ENRIQUECIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN PRIVADA “EL TORNILLAL” SATIPO*. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.

SANCHEZ PINILLOS, M., 2019. LA RESILIENCIA Y LAS DINÁMICAS DE

LOS BOSQUES TRAS UNA PERTURBACIÓN, OBJETO DE ESTUDIO DE UNA TESIS DOCTORAL. [en línea]. [Consulta: 26 septiembre 2020]. Disponible en: <http://blog.ctfc.cat/es/la-resiliencia-y-las-dinamicas-de-los-bosques-tras-una-perturbacion-objeto-de-estudio-de-una-tesis-doctoral/>.

SANTOS, A.C., SILVA, I.F., LIMA, J.R.S., ANDRADE, A.P. y CAVALCANTE, V.R., 2001. GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS : EFEITO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SOLO (1). [en línea], no. 1, pp. 1063-1071. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v25n4/28.pdf>.

SISTEMAAGRICOLA, 2017. Cómo hacer y aplicar bocashi: Abono orgánico para tus cultivos. [en línea]. [Consulta: 3 febrero 2020]. Disponible en: <http://sistemaagricola.com.mx/blog/guia-para-la-elaboracion-de-bocashi/>.

SMART FERTILIZER MANAGEMENT, 2019. El Fósforo en el suelo y las plantas. [en línea]. [Consulta: 10 enero 2020]. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/phosphorus>.

THOMPSON, M. y MCNULTY, M., 2009. Un informe de síntesis determina que la resiliencia de los bosques depende de la biodiversidad en diversas escalas. [en línea]. [Consulta: 26 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cbd.int/forest/doc/ts41/ts41mainmsgs-sp.pdf>.

VILCAPAZA, J., 2018. *Evaluación de la capacidad fitorremediadora del Garbancillo (Astragalus arequipensis) en función de tres tipos de enmiendas orgánicas sobre la remoción de mercurio del suelo contaminado por la actividad minera del centro poblado la Rinconada - Región Puno* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. Disponible en: [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1709/Jean_Tesis_Licenciatura_2018 %281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1709/Jean_Tesis_Licenciatura_2018%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

VILLARROEL, D., 2009. Ecología y silvicultura de especies menos

conocidas: Cedro, *Cedrela* spp. [en línea], pp. 41. Disponible en:
file:///C:/Users/Edwin/Downloads/2009_Toledoetal.pdf.

VILLARRUEL PANDURO, O.E., 2018. *Evaluación del efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y sobrevivencia de Cedrela odorata L.* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Disponible en:
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/350>.

VILORIA, F.M., 2020. Ficha Técnica Kudzú (*Pueraria phaseoloides*). *Infopastosyforrajes* [en línea]. Disponible en:
<https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/kudzu/>.

YAURI SALAZAR, C.J., 2019. *USO DE TRES ESPECIES DE LEGUMINOSAS Canavalia ensiformes Centrosema macrocarpum, Pueraria phaseoloides EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE LUYANDO* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA. Disponible en:
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1541>.

ZOO PORTRAITS, 2019. Efecto de borde y fragmentación: principales causas de la extinción de especies. [en línea]. [Consulta: 10 enero 2020]. Disponible en: <https://www.zooportraits.com/es/efecto-de-borde-fragmentacion-extincion/>.

Anexos

Anexo 1: Semillas colectadas sanas 18/10/2019



Fuente: Edwin Junior Ruiz Gosalvez 19/11/2019

Anexo 2: Semillas con larvas y dañadas 18/10/2019



Fuente: Edwin Junior Ruiz Gosalvez 19/11/2019

Anexo 3: Colección y secado se semillas 18/10/2019



Fuente: Edwin Junior Ruiz Gosálvez 07/11/2019

Anexo 4: Sembrado y almacigo de las semillas 12/11/2019



Fuente: Edwin Junior Ruiz Gosálvez 22/11/2019

Anexo 5: Primeras plántulas germinadas 20/11/2019



Fuente: Edwin Junior Ruiz Gosalvez 22/11/2019

Anexo 6: Mapa de la locación del cementerio San Martín de Porres.



Fuente: Google Earth 29/01/2020

Anexo 7: Medición de altura y diámetro a la altura del suelo por parte del tesista



Anexo 8: Calidad de los plantones

ESTADO A



23 feb. 2023 10:10:10 a. m.

ESTADO C



23 feb. 2023 9:10:57 a. m.
19L 451814 8604472
Altitud:230.0m
Velocidad:0.0km/h

ESTADO B



23 feb. 2023 9:31:18 a. m.
19L 451870 8604504
Altitud:218.0m
Velocidad:0.0km/h

ESTADO D

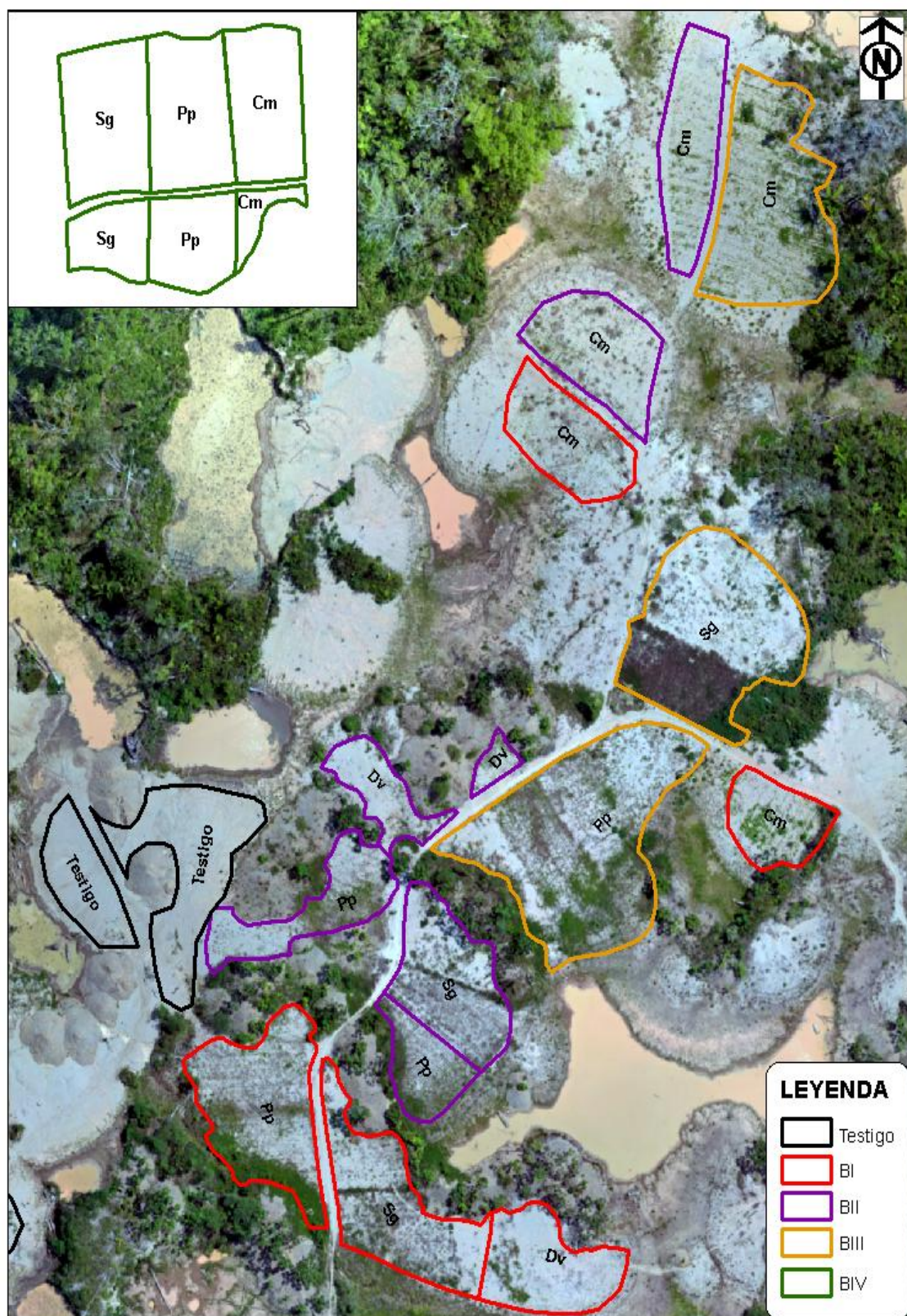


23 feb. 2023 10:
19L 4519:
Alti
Velocid

Anexo 9: Matriz de Consistencia

Problema de Investigación	Objetivo de la Investigación	Hipótesis de la Investigación	Variables e Indicadores	Método
PROBLEMA GENERAL ¿La sobrevivencia y crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell</i> estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal? PROBLEMA ESPECIFICO ¿La sobrevivencia de <i>Cedrela fissilis Vell</i> estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal? ¿El crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell</i> estará influenciado por los distintos tipos de cobertura vegetal?	OBJETIVO GENERAL Evaluar la influencia de los tres cultivos de coberturas en suelos degradados por minería aluvial en la sobrevivencia y crecimiento de <i>Cedrela fissilis Vell</i> en la comunidad Nativa de San Jacinto. OBJETIVO ESPECIFICO Determinar la tasa de sobrevivencia de plantones de <i>Cedrela fissilis Vell</i> en res tipos de cobertura. Determinar la tasa de crecimiento en Altura de plantones de <i>Cedrela fissilis Vell</i> en tres tipos de cobertura. Determinar la tasa de crecimiento en diámetro de plantones de <i>Cedrela fissilis Vell</i> en tres tipos de cobertura.	HIPÓTESIS H0: Los cultivos de cobertura no influyen en la sobrevivencia y crecimiento de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>. Los cultivos de cobertura no influyen en el crecimiento en Altura de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>. Los cultivos de cobertura no influyen en el crecimiento en diámetro de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>. H1: Los cultivos de cobertura influyen en la sobrevivencia y crecimiento de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>. Los cultivos de cobertura influyen en el crecimiento en Altura de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>. Los cultivos de cobertura influyen en el crecimiento en diámetro de la <i>Cedrela fissilis Vell</i>.	VARIABLE INDEPENDIENTE - <i>Stylosanthes guianensis</i> - <i>Pueraria phaseoloides</i> - <i>Centrosema macrocarpum</i> - Tiempo de 1 año. VARIABLES DEPENDIENTE - Numero de plantones sobrevivencia por cobertura. - Crecimiento de Altura del plantón por cobertura - Crecimiento de diámetro del plantón por cobertura. - Caliad de los plantones. INDICADORES - Tasa de sobrevivencia por cobertura. - Tasa mensual de crecimiento de la Altura y diámetro de los plantones de cada cobertura.	El diseño experimental consistirá en lo siguiente: Se recolectora evidencia de la influencia de tres coberturas de leguminosas en la restauración de suelos degradados por minería aurífera, el establecimiento de la <i>Cedrela fissilis Vell</i> en el suelo tratado por estas coberturas será el indicador que pruebe o no el desempeño de los tratamientos en el suelo degradado, para ello de emplear un Diseño de Bloques Completos al Azar que constara de 4 Bloques por especie / tratamiento más el testigo con sus respectivas unidades experimentales según se explica en la tabla 02 "Tratamientos y bloques, numero de plantones" Se tomaran como indicadores tanto la Tasa de Sobrevivencia de la <i>Cedrela fissilis Vell</i> por cobertura como el crecimiento en diámetro y Altura de la misma.

Anexo 10: Mapa de distribución de tratamientos y testigo



Anexo 11: Acuerdo de cooperación Técnica entre la Comunidad Nativa San Jacinto y el IIAP

ACUERDO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE LA COMUNIDAD NATIVA SAN JACINTO Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA (IIAP) REGIÓN MADRE DE DIOS Y SELVA SUR

El presente acuerdo se suscribe en el marco del proyecto "Recuperación de Áreas Degradadas y Manejo Sistémico del Bosque" del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Región Madre de Dios y Selva Sur.

Conste por el presente acuerdo, los términos y condiciones de las cláusulas siguientes:

CLAUSULA PRIMERA: SUSTENTACIÓN:

La recuperación de áreas degradadas por la minería aurífera aluvial cobra cada vez mayor importancia tanto por su valor económico como por revertir el daño a la naturaleza. Resulta necesario poder probar que es posible recuperar las áreas y que se podrían generar actividades económicas alternativas sobre ellas. A pesar del reconocido esfuerzo en reforestar áreas, el conocimiento sobre las estrategias aplicables en la región como su aspecto técnico y práctico, aún es muy limitado. El trabajo articulado permitirá conocer la aplicabilidad de las tecnologías propuestas. Esta exige el compromiso de recursos económicos, tiempo y disposición de actores interesados en recuperar áreas degradadas por la minería aurífera aluvial.

CLAUSULA SEGUNDA: OBJETIVO

Establecer en las áreas degradadas por minería de la Comunidad Nativa San Jacinto parcelas experimentales piloto dedicado a su recuperación en un área de aproximada de 5 hectáreas (el área exacta se definirá con la comunidad) que formaran parte de la red de plantaciones del proyecto.

El proyecto se comprometería en brindar la información generada en la investigación que tengan una utilidad práctica sobre los mecanismos de recuperación de áreas degradadas por minería más adecuadas, así como la orientación técnica necesaria.

CLAUSULA TERCERA: FINANCIAMIENTO

El proyecto de "Recuperación de Áreas Degradadas y Manejo Sistémico del Bosque" del IIAP Región Madre de Dios y Selva Sur cubrirá los costos necesarios para la instalación y mantenimiento de las parcelas experimentales piloto, durante el periodo de duración del proyecto.

CLAUSULA CUARTA: OBLIGACIONES DE LAS PARTES:

DEL IIAP REGIÓN MADRE DE DIOS Y SELVA SUR A TRAVÉS DE SU "PROYECTO RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS Y MANEJO SISTÉMICO DEL BOSQUE":

Proveer los fondos económicos para la instalación y el manejo de parcelas experimentales piloto, así mismo brindar asesoría técnica del proyecto.

Brindar información a la asociación, sobre los avances y/o resultados obtenidos por el proyecto y de cualquier otro particular que el IIAP Región Madre de Dios y Selva Sur esté en la capacidad de apoyar técnica o científicamente.

Coordinar previamente toda acción técnica y científica de importancia que involucre a la *Comunidad Nativa San Jacinto*.

Proveer con plantas de interés a la *Comunidad Nativa de San Jacinto*, las cuales serían empleadas en las investigaciones para la recuperación de áreas degradadas.

DE LA COMUNIDAD NATIVA SAN JACINTO

Facilitar un espacio donde se ejecutó procesos de extracción minera que permita instalar parcelas pilotos.

Brindar información sobre el historial del área, junto al acompañamiento en las salidas de campo, brindando las facilidades para el ingreso seguro a la zona.

Garantizar que el área donde se implementarán parcelas experimentales piloto no volverá a ser trabajada por lo menos durante la duración del proyecto.

Permitir el ingreso de estudiantes e investigadores del IIAP y de las universidades o centros de estudio aliados, quienes desarrollen temas de investigación relacionados a la recuperación de áreas degradadas y manejo sistémico del Bosque.

Apoyar en la logística que implique el traslado de las plantas, materiales y personal para la instalación, manejo y evaluación de las parcelas experimentales piloto.

Facilitar, **en la medida de lo posible**, la maquinaria y mano de obra para las actividades de instalación, manejo y evaluación de las plantaciones.

Garantizar el bienestar y el cuidado de las parcelas pilotos cuidándolas de algún daño que comprometa la investigación.

CLAUSULA QUINTA: DE LA COORDINACION Y SUPERVISION

Por parte del Proyecto "Recuperación de Áreas Degradadas y Manejo Sistémico del Bosque", las coordinaciones se realizarán directamente con el señor: Manuel Gabriel Velásquez Ramírez o el personal técnico que ellos designen para ello.

CLAUSULA SEXTA: DE LA DURACION Y VIGENCIA

El presente acuerdo empieza el 9 de Febrero del año 2018 y terminará cuando ambas partes lo designen.

CLAUSULA SEPTIMA: DE LAS MODIFICACIONES Y/O AMPLIACIONES

El presente acuerdo se podrá ampliar en caso de profundización de algunos aspectos de la investigación y por acuerdo de ambas partes.

CLAUSULA OCTAVA: DE LA ACEPTACIÓN

Las partes declaran su conformidad con el contenido del presente acuerdo de Cooperación Técnica, en señal de lo cual lo suscriben en la Comunidad Nativa San Jacinto, en la ciudad de Puerto Maldonado, provincia de Tambopata, Madre de Dios, el 9 de Febrero del año 2018.



ALFREDO VARGAS PIO
PRESIDENTE
COMUNIDAD NATIVA SAN JACINTO
TAMBOPATA-MADRE DE DIOS

Alfredo Vargas
Presidente de la CCNN San Jacinto
DNI:



Ronald Corvera Gorringer
Gerente Regional
IIAP Madre de Dios y Selva Sur
IIAP
DNI: 04962906



Manuel Gabriel Velásquez Ramírez
IIAP Madre de Dios y Selva Sur
IIAP
Proyecto "Recuperación de Áreas
Degradadas y Manejo Sistémico del
Bosque"
DNI: 43552185

Anexo 12: Constancia de Verificación e identificación de especie forestal *Cedrela fissilis* Vell



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
Centro Investigación del Herbario Alwyn Gentry
"Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"
Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia



CONSTANCIA

En mi calidad de Director del Centro de Investigación Herbario "Alwyn Gentry" de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios,

HACE CONSTAR:

Que las muestras botánicas han sido presentadas en marco de la tesis de pregrado del Bach. **Edwin Junior Ruiz Gosalvez**, titulada: "**ESTABLECIMIENTO DE *Cedrela fissilis* Vell. EN SUELO DEGRADADO BAJO TRES TRATAMIENTOS DE LEGUMINOSAS, SAN JACINTO, MADRE DE DIOS.**", para optar el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

El ejemplar ha sido entregado a la colección del herbario y constan de **01** especímen que proviene de la Comunidad Nativa San Jacinto, ubicado en la Provincia Tambopata, distrito Tambopata, región Madre de Dios, Las cuales fueron verificadas e identificadas en este Centro de enseñanza e Investigación HAG-UNAMAD. A continuación, se adjunta el cuadro de información de la especie.

Nº	Código de Colecta	Nombre científico	Familia Según APG IV (2016)	Coordenada UTM 19L
1	E. Ruiz - 001	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	E- 451827 N- 8605474

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 03 de setiembre de 2021.

Atentamente

Cc.
Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
Centro de Invest. Herbario Alwyn Gentry

Ing. Sufer Baez Quispe
DIRECTOR DEL HERBARIO

Ciudad Universitaria – Puerto Maldonado – Madre de Dios
Av. Jorge Chavez N° 1160

Anexo 13: Ficha de levantamiento de información

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION				
FECHA				
N°	BLOQUE	COBERTURA	ESPECIE FORESTAL	ESTADO FITOSANITARIO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

Anexo 14: Datos levantados al cabo de un año

N°	Item	Bloque	Cultivo de Cobertura	Especie Forestal	Codigo	Num	15/02/2021		Observacion	22/04/2021		8/06/2021			
							Diámetro (mm)	Altura (cm)		Diámetro (mm)	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Observación	
	1	645	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	630	10.35	63.30		11.85	76.00	12.23	65.40	
	2	647	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	632	7.83	45.00		9.64	46.40	11.03	46.50	
	3	648	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	633	7.57	35.20		8.38	29.50	8.48	24.40	
	4	649	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	634	8.59	64.00		11.82	67.00	13.53	68.50	
	5	651	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	636	15.39	68.00		18.14	70.50	18.30	70.60	
	6	676	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	661	10.11	49.00		11.86	49.00	12.76	49.60	
	7	680	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	664	8.78	41.50		8.94	42.00	9.61	42.30	
	8	682	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	666	4.70	48.00		10.57	50.00	12.99	50.90	
	9	685	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	669	12.02	36.50		15.66	40.00	17.74	40.00	
	10	687	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	671	15.60	54.50		16.13	53.00	16.73	53.40	
	11	689	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	673-B	10.40	39.00		15.62	37.50	15.89	128.40	
	12	694	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	677	10.81	61.30		11.10	62.50	11.93	62.80	
	13	716	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	699	10.11	76.00		11.11	76.00	11.34	76.60	
	14	722	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	705	13.42	76.00		15.97	77.00	19.80	77.70	
	15	723	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	706	9.55	46.00		11.76	46.50	12.63	46.00	
	16	727	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	710	19.25	67.50		22.00	66.00	24.73	66.70	
	17	731	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	714	8.40	30.00		9.57	31.50	9.89	31.70	
	18	733	I	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	716	13.90	65.00		16.08	72.00	16.99	73.90	
	19	738	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	721	11.32	41.00		12.97	43.80	13.14	44.00	
	20	745	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	728	12.37	84.00		14.39	84.60	14.70	84.00	
	21	750	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	733	15.02	33.30		16.16	34.90	16.47	44.00	
	22	754	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	737	15.09	43.60		15.66	44.20	15.88	45.00	
	23	759	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	742	11.05	43.10		11.15	45.00	11.32	45.00	
	24	775	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	758	12.55	54.00		16.39	54.20	16.87	54.00	
	25	778	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	761	15.36	44.00		15.43	44.20	16.67	46.00	
	26	780	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	763	18.66	55.50		18.79	56.60	19.09	58.00	
	27	790	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	773	14.92	60.20		18.20	64.00	25.60	67.00	
	28	796	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	779	8.54	45.00		10.70	52.00	11.90	53.00	
	29	820	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	803	13.51	56.50		14.10	61.00	14.53	61.00	
	30	822	II	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	805	12.89	40.10		14.50	44.00	15.34	43.00	
	31	826	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	809	7.09	55.20		15.00	57.60	15.58	57.00	
	32	830	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	813	8.72	63.20		11.80	69.00	12.56	71.00	
	33	838	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	821	14.91	84.80		16.10	94.00	19.30	96.00	
	34	841	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	824	4.26	69.00				Muerto	Muerto	
	35	844	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	827	5.98	94.00		15.20	96.00	19.01	98.00	
	36	846	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	829	6.41	93.50		16.10	100.50	17.64	100.00	
	37	847	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	830	4.57	34.90		11.20	38.00	14.91	39.00	
	38	848	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	831	4.32	64.50		11.10	65.00	11.18	72.00	
	39	849	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	832	4.97	72.30		14.00	73.00	14.76	74.00	
	40	852	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	835	2.99	24.60		8.50	25.00	8.53	33.00	
	41	854	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	837	5.02	61.50		8.94	64.00	10.29	40.00	
	42	855	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	838	5.39	43.80		12.65	43.90	13.00	46.80	
	43	873	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	856	9.20	41.00		11.41	43.90	15.54	45.00	
	44	889	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	872	12.96	60.70		17.15	63.20	17.53	63.20	
	45	905	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	888	9.50	50.10		12.96	52.20	13.44	52.40	
	46	914	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	897	12.74	62.00		14.75	65.40	17.77	66.20	
	47	915	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	898	7.00	28.50		7.28	29.10	10.59	31.20	
	48	920	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	903	15.12	43.30		17.62	46.80	21.90	38.80	
	49	921	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	904	13.50	55.00		17.50	57.00	20.27	56.90	
	50	925	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	908	10.36	44.30		10.85	47.60	11.36	49.10	
	51	930	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	913	8.84	57.30		9.57	60.00	11.50	66.68	
	52	933	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	916	18.14	53.70		18.37	54.80	19.91	55.00	
	53	938	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	921	15.61	42.50		15.70	43.50	16.17	44.70	
	54	940	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	923	8.92	33.30		9.28	34.40	9.95	39.10	
	55	941	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	924	11.27	35.00		13.10	38.50	15.96	39.00	
	56	942	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	925	14.18	42.20		15.87	47.00	21.38	47.10	
	57	944	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	927	11.20	75.50		12.11	67.00	13.74	67.40	
	58	949	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	932	11.09	60.00		13.71	54.10	14.00	57.20	
	59	952	III	Centrosema macrocarpum	Cedrela fissilis	CF	935	10.36	33.20		12.37	35.00	12.61	50.10	
	60	14	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	14	14.70	73.00		25.61	76.10	29.39	76.10	
	61	16	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	16	8.65	53.00		11.89	57.12	14.54	59.00	
	62	33	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	32	9.20	47.50		10.72	47.70	11.09	49.00	
	63	38	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	37	9.64	56.00		17.67	60.30	18.56	61.00	
	64	42	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	41	10.10	59.00		19.92	70.80	22.83	71.00	
	65	47	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	46	10.11	52.00		13.22	50.50	13.71	51.00	
	66	50	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	49	9.50	37.20		15.83	39.40	16.37	41.00	
	67	57	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	56	10.89	56.00		18.55	62.50	19.03	63.00	
	68	58	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	57	9.90	49.40		15.70	51.00	20.16	53.00	
	69	60	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	59	9.00	36.00		11.79	38.40	13.13	38.50	
	70	61	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	60	11.20	69.00		20.40	67.50	20.50	70.00	
	71	62	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	61	11.50	49.10		19.20	49.60	19.51	51.00	
	72	68	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	67	9.19	60.00		10.26	61.40	Rebrote	10.32	64.00
	73	69	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	68	11.06	68.00		17.87	80.70	18.02	81.00	
	74	77	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	76	9.50	38.00		12.52	38.60	12.62	38.50	
	75	83	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	82	10.72	31.50		13.47	53.00	13.71	55.00	
	76	84	I	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	83	13.15	51.50		14.56	52.50	15.16	52.50	
	77	164	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	162	8.27	66.50		8.10	69.00	8.43	69.00	
	78	165	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	163	7.69	39.00				Muerto	Muerto	
	79	168	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	166	14.51	96.00		18.20	97.50	19.50	94.40	
	80	176	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	169	15.82	54.00		19.40	56.00	20.43	57.00	
	81	188	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	181	6.05	63.00		8.30	62.00	9.58	62.90	
	82	201	II	Pueraria Phaseoloides	Cedrela fissilis	CF	194	11.06	50.00		12.12	50.50	12.40	51.50	

N°	24/08/2021			26/10/2021		Observación	4/04/2022		
	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Observación	Diámetro (mm)	Altura (cm)		Diámetro (mm)	Altura (cm)	Observación
1	13.27	66.00		14.32	68.00		16.71	82.90	
2	11.32	43.20		11.76	44.00		14.68	72.00	
3	8.68	27.50		8.90	25.50		12.95	84.00	
4	13.80	70.00		13.84	70.00		16.34	75.00	
5	18.38	67.50		18.46	69.00		19.64	79.00	
6	12.79	49.50		13.33	50.00		14.84	19.00	Rebrote
7	10.58	43.30		11.39	50.00		15.00	68.00	
8	13.99	51.50		14.63	52.50		16.89	57.00	
9	18.58	38.70		19.74	42.00		21.74	46.00	
10	16.81	54.00		16.97	57.00		18.40	60.00	
11			Muerto			Muerto			Muerto
12	12.56	59.60		13.50	60.00		15.33	65.00	
13	11.80	77.50		12.00	79.00		12.22	84.00	
14	21.27	83.00		24.14	84.00		25.10	88.00	
15	12.73	49.20		13.67	50.00		14.83	51.69	
16	25.53	66.00		25.81	66.50		26.18	26.00	Rebrote
17	9.92	32.00		10.00	32.00		11.53	36.00	
18	17.68	74.00		18.41	78.20		20.52	68.00	Rebrote
19	14.51	44.00		15.46	45.00		16.30	21.00	Rebrote
20	15.52	84.00		16.23	85.00		17.35	86.00	
21	17.45	47.00		17.54	48.00		18.90	50.00	
22	16.85	47.00		16.92	50.00				Muerto
23	11.83	45.00		12.45	46.00		13.20	56.80	
24	17.11	53.00		17.93	56.00		19.21	60.00	
25	17.51	47.00		17.64	48.00		18.85	52.30	
26	19.78	61.00		20.11	61.00				Muerto
27	29.13	65.00		30.53	71.00		33.79	81.00	
28	14.48	53.00		14.65	61.00		16.65	65.00	
29	15.42	62.00		15.68	69.00		18.08	73.00	
30	15.76	45.00		19.47	68.67		26.30	76.00	
31	16.45	58.00		17.21	58.60				Muerto
32	13.16	77.00		13.57	81.50				Muerto
33	20.39	93.00		20.87	98.00		31.50	108.00	
34			Muerto			Muerto			Muerto
35	21.33	100.00		24.02	101.20		25.83	102.00	
36	20.97	99.00		23.60	102.00		32.90	104.00	
37	17.53	50.00		18.11	59.50		32.64	85.00	
38	11.57	67.00		11.75	67.90		13.77	25.00	rebrote
39	15.32	75.00		16.36	79.00		20.00	82.00	
40	9.18	23.00		9.20	29.00		9.26	37.00	
41	12.93	39.00		13.25	40.00				Muerto
42	14.31	46.00		14.81	48.50				Muerto
43	18.71	45.30		18.75	52.00		19.46	75.20	
44	18.10	64.00		18.92	68.00		27.08	72.00	
45	14.56	55.00		15.92	52.00		17.31	38.00	
46	19.75	67.00		20.07	67.50		20.36	69.00	
47	10.74	31.30		11.37	33.00		13.37	17.00	
48	22.03	49.60		22.10	51.00		22.64	61.00	
49	19.49	55.40		20.49	64.50		21.40	72.00	
50	11.85	45.00		13.06	16.00				Muerto
51	13.31	72.80		14.55	76.50		15.77	90.00	
52	19.93	54.60		20.39	68.80		21.82	54.00	
53	17.89	46.20		18.88	46.50				Muerto
54	10.81	32.20		10.93	37.90		15.33	12.00	
55	16.23	42.30		17.62	45.60		18.32	47.00	
56	23.12	46.80		24.95	55.20		25.70	58.00	
57	14.38	66.00		15.41	67.00		16.63	33.00	
58	14.62	60.70		14.76	61.70				Muerto
59	13.42	51.00				Muerto			Muerto
60	31.56	77.00		32.32	85.00		34.88	85.00	
61	15.46	60.00		16.69	60.00		17.57	62.00	
62	11.31	49.60		11.92	51.00		12.80	50.00	
63	19.33	106.00		20.32	61.00		22.05	64.00	
64	24.55	61.60		25.76	69.00		29.25	72.00	
65	15.95	51.40		16.41	11.00		18.48	21.00	Rebrote
66	17.47	39.60		18.84	44.00		19.53	21.00	
67	18.91	62.00		20.15	63.00		20.53	66.00	
68	21.20	52.00		21.51	57.00		24.43	58.00	
69	13.27	38.80		14.54	42.00		17.02	40.00	
70	21.67	69.00		22.59	71.00		24.06	70.00	
71	21.08	50.80		23.34	54.00		24.33	59.00	
72	14.43	64.00		14.96	65.00		68.88	26.00	
73	22.29	71.00		23.22	63.00		23.95	75.00	
74	13.34	39.00		13.77	41.00		15.82	41.00	
75	14.57	52.00		16.21	54.00		17.85	56.00	
76	16.97	54.00		17.20	54.00		18.33	55.00	
77			Muerto			Muerto			Muerto
78			Muerto			Muerto			Muerto
79	19.88	98.00		19.99	99.00		20.90	103.00	
80	21.12	51.00		21.51	60.00		23.80	60.00	
81	10.82	62.00		11.03	63.80		12.37	67.00	
82	13.47	52.00		14.31	52.00		15.90	54.00	
83	11.05	46.00		9.16	53.00		10.30	56.00	
84	7.00	50.00	Defoliada			Muerto			Muerto
85	12.47	88.00		12.84	90.00		14.15	91.80	
86	16.46	11.50		17.88	112.00		18.60	101.90	
87			Muerto			Muerto			Muerto
88	12.25	88.00		12.92	89.00		14.28	90.00	
89	13.50	44.00				Muerto			Muerto
90	14.35	47.00		14.75	48.00				Muerto
91	20.45	52.00		21.60	57.00		22.16	59.00	
92	16.50	48.50		17.64	51.00		18.73	51.40	

N°	Item	Bloque	Cultivo de Cobertura	Especie Forestal	Codigo	Num	15/02/2021		Observación	22/04/2021		Observación	8/06/2021		Observación
							Diámetro (mm)	Altura (cm)		Diámetro (mm)	Altura (cm)		Diámetro (mm)	Altura (cm)	
93	316	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	305	10.68	54.00		14.68	55.40		13.46	56.00	
94	318	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	307	5.50	48.00		6.40	48.50		9.02	49.00	
95	333	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	321	6.76	34.00		7.78	34.80		7.92	34.00	
96	337	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	325	11.59	49.50		14.78	54.10		16.22	55.00	
97	342	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	330	10.35	74.00		10.69	75.20		12.00	75.00	
98	343	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	331	7.88	39.00		8.00	38.50		9.22	40.00	
99	347	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	335	11.53	67.00		11.16	70.10		12.58	66.00	
100	349	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	337	9.50	40.00		13.80	11.00	Rebrote	13.90	11.00	Rebrote
101	354	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	342	11.55	89.00		12.53	184.60		14.96	106.00	
102	364	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	352	10.92	49.00		11.23	50.30		11.78	66.00	
103	366	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	354	4.60	57.00		4.98	57.70				Muerto
104	369	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	357	17.72	157.00		21.88	163.40		23.63	167.00	
105	370	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	358	12.78	59.00		16.60	61.80		17.08	61.00	
106	373	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	361	5.72	35.00		7.05	38.10		7.71	39.00	
107	384	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	372	15.00	70.00		17.60	72.60		19.84	73.00	
108	393	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	381	9.81	47.00		10.94	49.20		12.54	49.00	
109	394	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	382	13.95	49.00		15.48	50.00		16.15	52.10	
110	409	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	397	12.66	61.30		15.49	64.30		16.25	66.00	
111	417	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	405	5.90	33.00		6.56	35.40		7.45	34.50	Rebrote
112	425	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	413	12.53	62.00		15.30	63.50		16.68	61.40	
113	426	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	414	5.02	33.00		6.20	34.00		7.56	32.50	
114	441	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	429	9.46	69.00		11.40	69.50		13.17	70.00	
115	444	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	432	11.94	55.00		15.20	60.50		17.25	60.40	
116	446	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	434	7.14	46.00		8.40	48.50		10.11	48.80	
117	447	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	435	10.32	68.00		13.62	71.00		14.02	70.00	
118	451	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	439	8.03	27.00		10.40	28.00		12.08	28.30	
119	452	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	440	9.61	48.00		12.00	51.00		12.30	51.00	
120	453	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	441	11.50	49.50		12.40	51.00		13.52	51.50	
121	455	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	443	12.54	48.00		13.30	51.00		14.21	51.60	
122	458	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	446	11.85	64.00		13.80	65.00		15.35	66.60	
123	463	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	451	10.38	45.00		10.90	47.00		12.86	46.80	
124	466	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	454	8.21	32.00		11.10	35.50		12.75	37.20	
125	473	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	461	7.06	42.00		10.00	40.50		11.70	40.20	
126	482	III	Pueraria Phaseloides	Cedrela fissilis	CF	470	11.32	110.00		12.10	112.00		13.73	112.10	
127	91	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	90	10.04	58.00		12.00	60.00		13.49	60.00	
128	105	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	104	10.30	39.00		15.10	41.00		17.72	43.80	
129	106	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	105	12.21	32.50		17.80	40.00		21.13	39.60	
130	108	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	107	10.85	47.00		15.40	49.00		18.56	51.20	
131	109	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	108	7.86	27.00		10.00	28.00		10.06	27.20	
132	110	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	109	14.70	146.00		21.50	151.50		24.28	149.00	
133	113	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	112	10.02	58.50		13.20	61.50		14.08	61.40	
134	121	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	120	8.90	51.50		11.90	53.00		12.15	53.00	
135	133	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	131	8.42	33.00		9.42	37.00		8.63	37.00	
136	138	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	136	8.50	29.00		9.45	27.00		9.54	29.00	
137	146	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	144	8.81	28.50		10.30	28.50		9.54	28.90	
138	149	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	147	7.04	59.00		10.75	61.00		13.74	15.00	Rebrote
139	150	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	148	10.70	50.50		12.82	52.50		14.33	52.00	
140	154	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	152	8.21	41.00		9.63	42.00		11.30	43.10	
141	158	I	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	156	8.68	54.00		10.52	55.00		11.21	54.50	
142	233	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	224	7.50	97.50		9.91	98.00		10.60	98.80	
143	235	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	226	7.37	64.00		8.68	69.80		8.74	70.90	
144	238	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	229	5.00	21.00		6.10	25.30		6.12	25.00	
145	240	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	231	7.15	28.00		8.22	30.00		8.32	31.00	
146	243	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	234	11.35	65.00		14.16	65.50		15.14	84.30	
147	246	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	237	13.15	83.00		17.70	85.40		18.92	75.00	
148	259	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	249-B	10.23	49.00		11.45	53.00		11.94	57.80	
149	270	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	260	9.29	77.00		13.56	79.50		14.52	79.00	
150	272	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	262	12.52	82.50		15.49	83.80		15.94	83.70	
151	278	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	267B	10.22	41.00		11.30	46.50		12.35	49.60	
152	292	II	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	281	4.04	11.00		5.84	15.00	Rebrote	7.12	18.60	Rebrote
153	492	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	480	12.46	44.00		13.65	48.00		15.06	49.00	
154	495	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	483	9.05	101.00		13.23	105.80		18.78	103.00	
155	519	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	507	9.94	78.00		13.00	80.40		17.64	80.20	
156	527	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	515	7.80	75.00		9.10	78.60		11.07	80.00	
157	532	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	519	10.85	96.00		11.51	30.50	Rebrote	11.86	35.00	
158	541	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	526-B	6.98	27.00		7.08	27.80		7.50	28.40	
159	547	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	532	9.66	82.00		18.03	87.80		21.03	89.40	
160	549	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	534	9.84	53.50		10.48	52.30		11.96	53.00	
161	552	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	537	11.31	79.00		12.87	85.00		15.94	86.00	
162	553	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	538	7.70	51.50		10.40	55.00		13.01	54.20	
163	554	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	539	6.96	84.00		10.90	15.00	Rebrote	13.12	12.00	Rebrote
164	558	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	543	8.74	20.00		10.00	22.80		11.74	23.50	
165	562	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	547	12.37	86.00		13.94	90.00		14.33	90.10	
166	563	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	548	10.12	64.00		11.38	64.10		12.68	65.00	
167	564	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	549	8.36	64.50		11.55	72.40		13.50	73.00	
168	565	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	550	7.43	44.00		8.51	44.20		10.95	44.80	
169	569	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	554	10.45	72.00		12.47	75.30		12.69	73.80	
170	576	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	561	6.74	88.00		7.48	89.00		8.17	90.00	
171	579	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	564	6.28	18.00		6.60	20.00		6.89	20.80	
172	582	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	567	8.05	69.00		11.94	69.10		12.02	67.00	
173	616	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	601	12.76	59.60		19.13	61.00		23.99	61.40	
174	617	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	602	11.60	55.50		12.88	56.60		13.59	56.40	
175	618	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	603	4.33	34.00				Muerto			Muerto
176	619	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	604	16.02	59.00		19.20	60.10		20.89	61.90	
177	633	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	618	6.19	91.60		12.58	93.50		13.40	93.80	
178	641	III	Stylosantes guianensis	Cedrela fissilis	CF	626	6.17	54.50		6.19	55.50		7.39	55.80	
179	959	Testigo	T	Cedrela fissilis	CF	942	15.69	84.00		18.20	87.00		20.21	86.50	
180	962	Testigo	T	Cedrela fissilis	CF	945	10.84	53.00		11.30	55.00		12.69	55.00	
181	969	Testigo	T	Cedrela fissilis	CF	952	6.19	48.00		9.20	49.50		11.68	50.30	
182	984	Testigo	T	Cedrela fissilis	CF	967	9.17								

N°	24/08/2021			26/10/2021		Observación	4/04/2022		
	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Observación	Diámetro (mm)	Altura (cm)		Diámetro (mm)	Altura (cm)	Observación
93	14.50	56.00				Muerto			Muerto
94	9.50	50.80				Muerto			Muerto
95	8.00	35.00		8.16	34.00		9.20	38.60	
96	16.50	55.00		16.69	56.00				Muerto
97	12.42	77.00		13.49	78.00		15.00	78.60	
98	9.63	38.00		10.79	40.00		11.74	41.00	
99	13.50	71.00		14.27	71.00				Muerto
100	14.00	40.00	Defoliada			Muerto			Muerto
101	16.50	106.00		17.10	113.00		22.26	120.00	
102	12.50	55.00		13.89	56.00				Muerto
103			Muerto			Muerto			Muerto
104	26.50	172.00		28.06	179.00		45.19	222.00	
105	18.12	63.00		19.48	65.00		20.60	68.00	
106	6.50	37.00				Muerto			Muerto
107	20.55	73.00		22.25	76.00		23.12	77.00	
108	13.61	50.00		13.87	52.00				Muerto
109	17.20	53.00		19.31	53.00				Muerto
110	16.63	68.10		16.97	70.00		17.56	71.00	
111	8.28	13.00	Rebrote			Muerto			Muerto
112	17.30	64.00		18.13	69.00		20.14	12.00	
113	8.45	34.00		9.88	34.00			47.00	
114	14.95	68.00		15.58	70.00		20.55	75.70	
115	18.85	59.00		20.00	60.00		21.35	58.00	
116	11.07	48.20		11.82	50.00		10.05	30.00	
117	14.12	70.50		14.51	71.00		15.24	70.50	
118	13.35	28.60				Muerto			Muerto
119	13.23	51.00		13.65	54.00		14.34	14.00	
120	13.66	54.00		14.21	7.00				Muerto
121	15.53	51.60		16.38	53.00		17.36	86.00	
122	18.24	65.00		19.18	66.00		19.63	67.20	
123	13.03	47.00		13.66	48.00				Muerto
124	13.52	38.00		14.43	39.00				Muerto
125	11.92	40.00		12.95	42.00		14.51	46.00	
126	15.95	129.00		18.34	113.00		22.56	120.00	
127	14.00	59.00		16.01	61.00		16.64	63.00	
128	23.00	44.00		25.33	46.00		26.50	50.00	
129	22.20	42.50		23.83	44.00		24.89	46.00	
130	22.60	56.00		23.90	61.00		24.54	64.00	
131	8.50	28.00	Defoliada	8.76	28.00		8.85	20.00	Rebrote
132	24.80	153.00		25.32	155.00		27.32	158.00	
133	14.85	61.00		16.46	63.00		25.43	68.00	
134	11.62	52.00		11.96	53.00		12.43	56.00	
135	6.79	36.00				Muerto			Muerto
136	8.30	28.00				Muerto			Muerto
137	9.54	28.90				Muerto			Muerto
138			Muerto			Muerto			Muerto
139	12.73	52.00				Muerto			Muerto
140	11.37	44.00		12.74	45.00		13.65	51.00	
141	11.44	54.00		12.35	56.00		14.15	67.00	
142	10.94	99.80		11.00	99.80		12.12	17.00	Rebrote
143	8.96	72.00		9.06	72.00				Muerto
144	7.33	25.00		8.26	26.00				Muerto
145	9.34	31.00		9.56	31.00				Muerto
146	17.27	66.00		19.59	69.00		23.47	76.00	
147	20.11	85.00		20.42	87.00		22.81	91.00	
148	12.04	66.00		12.81	66.00		13.26	68.00	
149	14.89	79.00		15.81	82.00				Muerto
150	16.90	84.60		17.65	85.00				Muerto
151	12.72	49.90		13.51	50.00				Muerto
152			Muerto			Muerto			Muerto
153	17.28	51.00		16.95	53.00		18.76		
154	21.88	105.00		24.09	113.00		39.14	138.00	
155	18.00	80.00		18.99	87.00		20.52	90.00	
156	11.40	83.00		11.61	83.00		13.10	86.00	
157	12.19	37.00				Muerto			Muerto
158	7.94	30.00		8.43	32.00		9.78	34.00	
159	24.38	91.00		26.85	96.00		32.82	100.90	
160	15.32	55.00		15.92	56.00		15.20	60.00	
161	18.78	86.50		20.39	87.00		22.07	90.60	
162	15.25	56.00		16.39	58.00		18.02	60.00	
163	13.32	11.00	Rebrote			Muerto			Muerto
164	12.43	24.00		13.44	24.00		14.13	30.00	
165	15.40	90.00		16.46	92.00		17.30	94.00	
166	13.14	66.00		13.45	67.00		14.10	72.00	
167	14.27	75.00		14.68	78.00		19.91	80.70	
168	11.17	46.00		11.52	47.00		17.85	49.00	
169	13.48	76.00		18.11	82.00		26.11	92.00	
170	8.22	91.30				Muerto	8.51	25.00	Rebrote
171	7.20	21.00		7.30	21.40		8.89	23.00	
172	13.81	69.00		14.11	71.00		15.23	76.00	
173	24.13	62.00		25.56	69.00		26.79	71.90	
174	14.97	57.00		15.87	58.00		16.52	61.00	
175			Muerto			Muerto			Muerto
176	21.15	63.00		22.96	64.00		23.28	67.00	
177	14.71	96.00		14.97	96.00		16.05	101.00	
178	8.93	65.00		9.69	63.00		10.47	69.00	
179	21.50	89.00		22.86	90.00		28.06	90.00	
180	13.00	55.00		14.11	57.00				Muerto
181	13.80	50.50		14.05	51.00		15.67	52.00	
182	11.50	23.00		12.85	34.00		38.69	36.00	
183	11.50	88.00		12.59	88.00		13.30	89.00	
184	9.50	57.40		9.82	58.60		11.68	59.00	
185	15.50	67.00		16.14	67.00		18.14	70.00	
186	7.50	13.00		8.89	14.00		9.13	10.00	
187	13.50	58.00		15.72	58.00		15.80	59.00	
188	19.50	79.50		21.44	80.00		23.23	81.00	
189			Muerto			Muerto			Muerto
190	12.31	77.70		12.96	78.50				Muerto
191	14.00	65.70		15.89	66.00		18.24	67.00	
192	13.50	101.00		14.88	102.00		18.25	104.00	
193	9.80	59.90		10.61	60.00				Muerto