

**MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

TITULO DE LA TESIS:

**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**

TESISTA: BACH CARLOS NORBERTO ANCCO MAMANI

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

Madre de Dios - Perú

- 2017 -

**MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERU
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE**

TITULO DE LA TESIS:

**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**

TESISTA: BACH CARLOS NORBERTO ANCCO MAMANI

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

ASESOR : M.Sc. TELÉSFORO VÁSQUEZ ZAVALETA

Madre de Dios - Perú

- 2017 -



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

En el Anfiteatro N° 04 de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, siendo las 17:00 horas del día viernes 18 de mayo de 2017, dando cumplimiento a la Resolución de Decanatura N° 169-2017-UNAMAD-DFI, de fecha 10 de mayo de 2017, se reunieron los miembros del jurado para la sustentación del trabajo de tesis titulado **“Sobrevivencia y producción de biomasa de especies de flora e diferentes modelos de siembra, en suelos degradados por la minería en el sector La Pampa – Comunidad “Nueva Arequipa”, distrito de Inambari – Provincia de Tambopata – Madre de Dios”**, presentado por el Bachiller Carlos Norberto Ancco Mamani, el cual está conformado por:

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1. Dr. Gabriel Alarcón Aguirre | Presidente |
| 2. Ing. Mauro Vela Da-Fonseca | Secretario |
| 3. Ing. Cesar Huisa López | Vocal |
| 4. Mtro. German Heber Correa Núñez | Accesitario |

Con la finalidad de evaluar el trabajo de tesis, se procedió con la exposición por parte del sustentante, luego de la sustentación, el jurado procede con la fase de preguntas respectivas. Acto seguido el jurado delibera de forma reservada y libremente, declarando el trabajo expuesto como APROBADO..... por UNANIMIDAD....., con el calificativo de SOBRESALIENTE, y la nota de..... 18....., previo a esto el graduando deberá realizar el levantamiento de las observaciones entregados por el jurado calificador.

En fe de lo cual firmamos el presente acta, siendo las 18:30 horas del día jueves 18 de mayo de 2017, se dio por culminado el presenta acto de sustentación.

.....
Dr. Gabriel Alarcón Aguirre
Presidente

.....
Ing. Mauro Vela Da-Fonseca
Secretario

.....
Ing. Cesar A. Huisa López
Vocal

.....
M.Sc. Telesforo Vásquez Zavaleta
Asesor



MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ
UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS



“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Facultad de Ingeniería

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

Los que suscriben miembros del Jurado del acto de sustentación para optar el grado de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

HACEN CONSTAR: que el Bachiller **Carlos Norberto Ancco Mamani** con DNI: N° 47338296, han realizado el levantamiento de observaciones que se suscribió en el acta de sustentación para Optar el grado de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente de fecha 18 de mayo del 2017, y por medio de la presente los miembros del jurado, ordenan que **proceda con el encuadrado** del proyecto de Tesis Intitulado **“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”**. Para lo cual otorgan su visto bueno en función al Reglamento de grados y títulos y en señal de conformidad firman la presente constancia.

Se expide la presente para los fines que el interesado estime conveniente.

Puerto Maldonado 25 de mayo del 2017


Atentamente:



Dr. Gabriel Alarcón Aguirre
Presidente



Ing. Mauro Vela Da-Fonseca
Secretario



Ing. Cesar Alejandro Huisa López
Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por cuidar siempre a mi familia, A mi padre que siempre fue y es un gran hombre a seguir, A mi madre por ser una gran mujer que me enseñó muchas cosas de la vida. A mi hermana y hermano que siempre me apoyan en lo que pueden y A mi querida sobrina. A todos ellos por ser lo más importante en mi vida, para salir adelante y progresar.

AGRADECIMIENTO

Expreso un eterno agradecimiento:

*Al MSc **Telésforo Vásquez Zavaleta**, docente de la escuela académico de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por su gran asesoramiento para la elaboración de la presente tesis.*

*Al MSc **Cesar Chía Dávila** por permitirme encaminar la presente Investigación.*

*A la **Qca Lizet Rodríguez Achata**, por su apoyo en la parte de secado de las muestras.*

*A mi Gran Amigo **Francesco Luis Malatesta Siani** por el apoyo en todo el transcurso de la investigación.*

A mi padre, madre y hermanos por apoyarnos en todo momento en el transcurrir de la investigación.

A todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron con el desarrollo de la presente Investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pagina
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEORICO	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Revisión bibliográfica.....	6
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	16
2.1 Área de estudio.....	16
2.2 Tipo de investigación.....	17
2.3 Diseño experimental.....	17
2.4 Metodología.....	21
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
3.1 Resultados y discusión.....	27
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
BIBLIOGRAFIA	43
ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Variables del estudio	4
Cuadro 2. Coordenadas UTM WGS 84 19L de la concesión minera.....	16
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.	17
Cuadro 4. Relación de las especies evaluadas.	18
Cuadro 5. Cantidad de semillas total por especie.	20
Cuadro 6. Cantidad de sustrato por unidad muestral.	22
Cuadro 7. Porcentaje de sobrevivencia de las especies por tipo de tratamiento.	27
Cuadro 8. Plántulas vivas en la primera evaluación.	28
Cuadro 9. Plántulas vivas en la última evaluación.	28
Cuadro 10. Altura total en cm por especie.	29
Cuadro 11. Pruebas de los efectos inter-sujetos.....	30
Cuadro 12. DHS de Tukey para los tratamientos.....	30
Cuadro 13. DHS de Tukey para las especies.....	31
Cuadro 14. Diámetro total en .cm por especie.	32
Cuadro 15. Temperatura en época de invierno.	33
Cuadro 16. Temperatura en época de estiaje.	33
Cuadro 17. Materia fresca en t/ha DHS de Tukey.....	34
Cuadro 18. Materia fresca en t/ha DHS de Tukey.....	34
Cuadro 19. Peso fresco por especie y tratamiento.	36
Cuadro 20. Pruebas de los efectos inter-sujetos.....	37
Cuadro 21. DHS de Tukey.....	37
Cuadro 22. DHS de Tukey.....	38
Cuadro 23. Peso seco por especie y tratamiento.	39
Cuadro 24. Estimación del mejor modelo de siembra.	40
Cuadro 25. Cantidad de semillas sembradas por especie y tratamiento.	46
Cuadro 26. Cantidad total de plántulas vivas en la primera evaluación.	46
Cuadro 27. Cantidad total de plántulas vivas en la última evaluación.	47
Cuadro 28. Porcentaje de sobrevivencia de las especies por bloque y tratamiento.....	47
Cuadro 29. Temperaturas en época de invierno en área con cobertura.....	48
Cuadro 30. Temperaturas en época de invierno en área sin cobertura.	48
Cuadro 31. Temperaturas en época de estiaje en área con cobertura.....	48

Cuadro 32. Temperaturas en época de estiaje en área sin cobertura.....	48
Cuadro 33. Resultados de todas las variables.....	49
Cuadro 34. Escala de medición por tipo de variable.	49

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Fig 1. Ubicación del área de estudio.	16
Fig 2. Distribución de las unidades muestrales.	19
Fig 3. (a) Acopio de sustrato y (b) traslado de sustrato.	21
Fig 4. Preparación del terreno.	22
Fig 5. Sustrato en la unidad experimental.	22
Fig 6. Sembrado de las semillas.	23
Fig 7. Determinación del % de sobrevivencia.	23
Fig 8. (a) Plántula de ricino (b) plántulas seleccionada como muestra.....	24
Fig 9. Monitoreo de la temperatura con termómetros digitales.	24
Fig 10. Producción de materia fresca.	25
Fig 11. Ensacado de las muestras..	25
Fig 12. Pesado y secado de las muestras frescas.	26
Fig 13. Determinación del mejor modelo de siembra.	26
Fig 14. Porcentaje de sobrevivencia.	27
Fig 15. Crecimiento en altura por especie.	29
Fig 16. Influencia del tratamiento en el crecimiento de las especies.	31
Fig 17. Crecimiento en diámetro por especie.	32
Fig 18. Influencia de tratamiento en biomasa (materia fresca).....	35
Fig 19. Producción de materia fresca en t/ha.....	37
Fig 20. Producción de necromasa por tratamiento y especie.....	39
Fig 21. Producción de materia seca t/ha.....	39
Fig 22. Plántula de <i>Crotalaria incana</i> , en etapa productiva de su fruto, los frutos ya se encuentran secos.....	50
Fig 23. Floración de <i>Crotalaria pallida</i> , con algunos frutos.....	50
Fig 24. Plántulas de <i>Crotalaria cajanifolia</i> en el tratamiento B.....	50
Fig 25. Plántula de <i>Indigofera suffruticosa</i> , en etapa reproductiva de su flor y frutos, podemos ver algunos insectos.....	50

Fig 26. Plántulas de <i>Leucaena leucocephala</i> en el tratamiento B.....	50
Fig 27. Plántulas de <i>Ochroma pyramidale</i> en el tratamiento B.....	50
Fig 28. Plántulas de <i>Ricinus communis</i>	51
Fig 29. Análisis de suelo del área de estudio.....	51
Fig 30. Primera evaluación en el tratamiento C.....	52
Fig 31. Presencia de micorrizas en las raíces de las <i>Crotalarias</i>	52

RESUMEN

Actualmente en la región de Madre de Dios, la actividad de minería aurífera ha causado una gran deforestación de bosques primarios, ecosistemas biodiversos y degradación de los suelos la cual limita la recuperación natural de los bosques y así mejorar el medio ambiente.

La presente investigación forma parte del programa: Probosque, subproyecto: Recuperación de Áreas Degradadas y Manejo Sistemático de Bosques en Madre de Dios. Estudio que viene realizando el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) en la concesión minera del Señor Celso Quispe Chipana, ubicada en el Centro Poblado Nueva Arequipa, Distrito de Inambari, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

La tesis tiene el objetivo principal de Determinar la sobrevivencia, desarrollo, producción de materia seca y el mejor modelo de siembra de especies pioneras en suelos degradados por la Minería Aurífera en el Sector la Pampa, para lo cual se aplicó tres tratamientos: T1 = sin tratamiento; T2= Aserrín descompuesto y guano de isla y T3= Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel. En cada tratamiento se realizó siembra directa de semillas de las especies *Crotalaria incana* L, *Crotalaria pallida* Aiton, *Crotalaria cajanifolia* H.BK, *Indigofera suffruticosa* Mill, *Leucaena leucocephala* Lam, *Ochroma pyramidale* Cav y *Ricinus communis* L. cada uno de los tratamientos tuvo 3 repeticiones por especie, haciendo un total de 3 bloques con 63 unidades experimentales de 2m x 2m (4 m²). El desarrollo y sobrevivencia se evaluó cada 30 días, realizando medidas del diámetro y altura total en cm. la medición de temperatura se realizó en el área descubierta y cubierta de vegetación a diferentes profundidades (0 – 40 cm) durante el día y la noche en época de lluvias y estiaje.

Concluyendo las evaluaciones se determinó que la especie con el mejor porcentaje de sobrevivencia es *Crotalaria pallida*, con el mejor desarrollo en altura y diámetro es la especie *Crotalaria cajanifolia*, la temperatura fue menor en época de invierno hasta 9°C y 14°C en época de estiaje en el área con cobertura vegetal, en cuanto a la producción de materia la especie *Crotalaria pallida* produjo 34,06 t/ha de materia fresca y 18,83 t/ha de materia seca en el tratamiento C y finalmente el mejor modelo de siembra es el tratamiento C.

Palabras Clave: Recuperación natural, producción de materia seca, mejor modelo de siembra, Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel.

ABSTRACT

Currently in the region of Madre de Dios, gold mining activity has caused deforestation of primary forests, biodiverse ecosystems and soil degradation which limits the natural recovery of the forests and thus improve the environment.

This research is part of the program: Probosque, subproject: Recovery of degraded Areas and systematic management of forests in Madre de Dios. Study being the Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) in the mining concession of the Lord Celso Quispe Chipana, located in the town centre Nueva Arequipa, Distrito de Inambari, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

The thesis has the main objective of determining the survival, development, dry matter production and the best model of planting species pioneers in soils degraded by the gold mining sector la Pampa, to which applied three treatments: T1 = without treatment; T2 = decomposed sawdust and guano of island and T3 = decomposed sawdust, guano Island, organic soil and Hydrogel. In each treatment was carried out direct sowing of seeds of the species *Crotalaria incana* L, *Crotalaria pallida* Aiton, *Crotalaria cajanifolia* H.BK, *Indigofera suffruticosa* Mill, *Leucaena leucocephala* Lam, *Ochroma pyramidale* Cav and *Ricinus communis* L. each of the treatments had 3 replicates per species, making a total of 3 blocks with 63 experimental units of 2 m x 2 m (4 m²). Development and survival was assessed every 30 days, making measurements of diameter and height in cm. temperature measurement was conducted in the area discovered and covered with vegetation at different depths (0 - 40 cm) during the day and night during the rainy and dry seasons.

Concluding the evaluations determined that the species with the best percentage of survival is *Crotalaria pallida*, with the best development in height and diameter is the species *Crotalaria cajanifolia*, temperature was lower during the winter to 9° C to 14° C during the dry season in the area with vegetation cover, as regards the production of matter the *Crotalaria* species *pallida* produced 34,06 t/ha cool stuff and 18,83 t/ha dry matter in C treatment and finally the best model of seeding is the treatment C.

Key Words: Natural recovery, dry matter production, best model of seeding, decomposed sawdust, Guano Island, Organic soil and Hydrogel.

INTRODUCCIÓN

La deforestación en el Perú está alcanzado niveles alarmantes en la actualidad, este problema se debe principalmente a tres factores que amenazan al país: el avance depredador de la minería ilegal, la tala ilegal de árboles y una actividad agrícola desordenada. La minería ilegal, por ejemplo, ha sido la principal causa de que se triplique en los últimos cinco años la deforestación en la región Madre de Dios: en 2008, la tasa de deforestación anual era de poco más de 2 mil hectáreas, cantidad que aumentó considerablemente a más de 6 mil hectáreas en el 2012.

Debido a los altos precios del oro, la minería aurífera en suelos aluviales se ha expandido en los últimos años más rápidamente que en cualquier época histórica, con enormes riesgos para la salud humana y alteración del ambiente. En Madre de Dios la superficie aproximada para la actividad minera es de 613 488,1 hectáreas que representan el 7,2 % del total del territorio. Con el apoyo de las imágenes satelitales se ha podido determinar que el área afectada por la actividad minera aluvial al año 2014 en el departamento de Madre de Dios, es de 47 189,33 ha, propiciándose en áreas no concesionadas y en aquellas sin categorización territorial; siendo una cifra alarmante si se tiene en cuenta que existen mecanismos de regulación (D.Leg. 1100) para evitar que esta actividad siga en incremento. Así mismo se tiene otras imágenes satelitales de alta resolución tomadas entre 1999 y 2012, reveló un aumento de la extensión ocupada por esta actividad ilegal, de 10 000 hectáreas en 1999 a más de 50 000 hectáreas para septiembre del 2012. Estos resultados arrojan cifras muchos mayores que los de mediciones anteriores realizadas por el gobierno peruano y por otras instituciones que utilizaban técnicas tradicionales de cartografía. Bajo el título de: "La fiebre del oro deforesta la Amazonía peruana, el diario español El Mundo recoge un estudio publicado esta semana en la revista 'PNAS' conducido por investigadores del Instituto Carnegie de Ciencias de Stanford (EEUU) y el Ministerio de Medio Ambiente del Perú (MINAM) que analiza la contaminación por minería ilegal en los ríos de la región de Madre de Dios (Perú), en plena selva amazónica.

Es importante subrayar el escaso interés de querer recuperar estas áreas deforestadas por parte de los propietarios de las concesiones, predios o áreas donde se realiza esta actividad informal e ilegal, y de otro lado el estado que no tiene una política clara y seria en querer mejorar esta situación. Muy aparte de que muchas áreas deforestadas hayan sido abandonadas, estas seguirán así porque el estado no puede invertir en mejorarlas debido al

alto costo que demandaría, por otra parte se menciona que existe apoyo internacional para mejorar estas áreas, las cuales no se ven los resultados donde los comentarios que se manejan es que el propio gobierno central desaparece ese dinero quien sabe en qué.

La presente investigación tiene como objetivo Determinar la sobrevivencia, desarrollo, producción de materia seca y el mejor modelo de siembra de especies pioneras en suelos degradados por la Minería Aurífera en el Sector la Pampa, las especies son las siguientes *Crotalaria incana* L, *Crotalaria pallida* Aiton, *Crotalaria cajanifolia* H.BK, *Indigofera suffruticosa* Mill, *Leucaena leucocephala* Lam, *Ochroma pyramidale* Cav y *Ricinus communis* L, en suelos degradados por la minería, cuya característica principal es ser pioneras y buenas productoras de biomasa. Los Tratamientos fueron: T1= sin tratamiento; T2= Aserrín descompuesto y guano de isla; T3= Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la sobrevivencia, desarrollo, producción de materia seca y el mejor modelo de siembra de especies pioneras en suelos degradados por la Minería Aurífera en el Sector la Pampa - comunidad “Nueva Arequipa”, Distrito Inambari - Provincia Tambopata - Madre de Dios.

Objetivos Específicos

- Determinar el porcentaje de sobrevivencia y desarrollo de siete especies por tipo de tratamiento.
- Evaluación de temperatura del suelo en los rangos de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm de profundidad entre el área con cobertura y sin cobertura en ambas épocas del año.
- Evaluar la producción de materia fresca y seca generada por cada una de las siete especies.
- Determinar el mejor tratamiento de suelo y la especie de mayor sobrevivencia para el mejoramiento de suelos degradados.

FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis general

Los factores ambientales de las zonas perturbadas por la actividad minera aurífera aluvial no afectan significativamente la sobrevivencia, desarrollo y producción de materia seca de especies pioneras.

Hipótesis específica

H₁. El porcentaje de sobrevivencia y desarrollo de las siete especies pioneras será mucho mayor en suelos enriquecidos que en suelos sin ningún tratamiento.

H₀. El porcentaje de sobrevivencia y desarrollo de las siete especies pioneras no será muy significativo en suelos enriquecidos que en suelos sin ningún tratamiento.

H₁. La temperatura del suelo en los rangos de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm de profundidad entre el área con cobertura serán menores al área sin cobertura en ambas épocas del año.

Ho. La temperatura del suelo en los rangos de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm de profundidad entre el área con cobertura serán similares al área sin cobertura en ambas épocas del año.

H₁. La producción de materia fresca y seca tendrá una diferencia significativa entre cada una de las siete especies.

Ho. La producción de materia fresca y seca no tendrá una diferencia significativa entre cada una de las siete especies.

H₁. El mejor tratamiento de suelos será aquel que tenga una mayor cantidad de sustratos.

Ho. El mejor tratamiento de suelos no será aquel que tenga una mayor cantidad de sustratos debido a que son especie pioneras.

VARIABLES E INDICADORES

En el cuadro 1 se muestran las variables e indicadores identificados para el presente estudio de investigación: en total tenemos cinco variables, con sus respectivas dimensiones.

Cuadro 1. Variables del estudio.

Variables	Operacionalización de variables			
	Indicador	Instrumento	Escala	Fuente
V.I: Especies	E1,E2,E3,E4,E5,E6 y E7			
V.D: Sobrevivencia y Desarrollo	Plantas vivas y muestras. Crecimiento en altura y en Diámetro al ras del suelo	Formato de campo	%	Especies x unidades experimentales por tratamiento
V.I: cobertura	Área con cobertura y sin cobertura			Área experimental
V.D: Temperatura del suelo a diferentes profundidades	T° a 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm y 30-40 cm	Termómetros digitales	°C	Suelo del área experimental
V.I: Especies	NC. Especies			
V.D: Producción de Biomasa	Materia Fresca y seca, aérea y radicular por especie	Balanzas Analítica y estufa	t/ha	Biomasa por especie y tratamiento
V.I. Tratamiento del suelo y especie	T1, T2 Y T3. E1, E2,E3,E4,E5,E6 y E7			T1, T2 Y T3

CAPÍTULO I: MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Antecedentes a nivel internacional

Reino, et al. (2011) utilizaron semillas de cinco leguminosas herbáceas con diferentes tiempos de colecta: *Indigofera sp.*, *Desmanthus virgatus*, *Clitoria ternatea*, *Crotalaria sp* y *Centrosema pubescens*, procedentes del banco de genes de la estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. Se diseñó un experimento de clasificación simple con arreglo factorial y cinco réplicas (25 semillas cada una), para evaluar la combinación de cuatro tratamientos pregerminativos: semillas intactas (control); agua a 80°C durante 2' (Agua 2'); H₂ SO₄ al 96% durante 5' (Ácido 5') y H₂ SO₄ al 96% durante 10' (Ácido 10'), con la alternancia de temperatura (25/30°C, 25/35°C y 25/40°C). Los mayores porcentajes de germinación en todas las especies se obtuvieron a la temperatura alterna de 25/30°C, y los tratamientos de escarificación resultaron adecuados para eliminar la dormancia exógena presente en cada una de las especies. Se concluye que la mejor combinación fue la temperatura alterna de 25/30°C con la escarificación con ácido en todas las especies, excepto en *Crotalaria sp* en la que resultó mejor el agua a 80°C durante 2' combinada con 25/30°C.

Antecedentes a nivel nacional

No se registraron experiencias que cumpla con el objetivo de la presente investigación.

Antecedentes a nivel regional

A nivel regional se tienen como antecedente la "Revegetación de las áreas piloto en la zona de Huepetuhe" ejecutada por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) como parte del Proyecto Eliminación de Pasivos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas en donde se instalaron, entre los años 1999 y 2002 un total de 12,8 hectáreas de plantaciones con 18 especies de árboles, arbustos y enredaderas. Actualmente, buena parte de dichas plantaciones se perdieron debido a que la extracción minera avanzó y ocupó el área del ensayo (Garate, 2011).

Así mismo, se ha registrado otra experiencia de la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER): "Piloto de Recuperación de Áreas Degradadas por Efecto de la Minería Aluvial en Madre de Dios", en donde se reforestaron 9 hectáreas de plantaciones de "guaba" (*Inga edulis*) a 3 distanciamientos (3x3 m, 4x4 m, y 5x5 m) en áreas degradadas por la minería en los Sectores Guacamayo y Quebrada Dos de Mayo, obteniendo los mejores

resultados del ensayo con el distanciamiento 3x3 m; también se detectó la presencia de mercurio en la pulpa de los frutos de las guabas (AIDER, 2013).

Finalmente se tiene como último antecedente la Recuperación de áreas degradadas por minería en Madre de Dios, el estudio se realizó en Madre de Dios (Perú) en una Concesión de Reforestación de la Asociación de Agricultores y Mineros Artesanales de Manuani, en una zona emblemática afectada por la minería artesanal y de pequeña escala, conocida como La Pampa – Sector San Francisco, ubicada en el área de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata. En un área de 1 hectárea se plantaron aleatoriamente un total de 1 189 plántones de 30-50 cm de altura de 4 especies nativas de rápido crecimiento, incluyendo “topa” (*Ochroma pyramidale*), “lupuna” (*Ceiba pentandra*), “Amasisa” (*Erythrina ulei*) y “Peine de mono” (*Apeiba membranacea*) previamente producidas en un vivero local volante. La sobrevivencia de la plantación seis meses después de la plantación fue del 85%, no obstante, hubo variaciones significativas entre tratamientos. El método de plantación a raíz desnuda sin fertilización (control) tuvo la sobrevivencia más baja (77%), mientras que el método de trasplante con aplicación de Biofertilizante puro tuvo la sobrevivencia más alta (93%) (Ibarra y Michi, 2015).

1.2 Revisión Bibliográfica

1.2.1 Influencia de la temperatura ambiental en las plantas

El incremento de la temperatura tiene efecto acelerador sobre los procesos químicos y, con frecuencia, sobre los biológicos, hasta alcanzar un óptimo, después del cual se observa generalmente un descenso dependiente de la temperatura. Aunque las tasas de los procesos mencionados son en general más aceleradas a temperaturas altas, se experimenta una disminución general en la duración del crecimiento y desarrollo, cuando las temperaturas son más altas, ya que en cualquier reacción el sustrato se consume con mayor rapidez. Sobre el incremento lineal de la tasa de reacción (tasa de aceleración de una reacción química) el Q10 (tasa de reacción química a temperatura T + 10°C) / (tasa a temperatura T) de los sistemas in vitro varía de 1 a 2, si es que tienen lugar procesos absolutamente físicos (por ejemplo difusión), pero varía de 2 a más, si los procesos de la planta están bajo control metabólico y catalizados por enzimas, como ocurre en la mayoría de las reacciones en las plantas. Sin embargo, cuando se consiguen temperaturas sub o supra óptimas, el valor Q10 baja rápidamente, dado que la actividad de las enzimas se reduce como consecuencia de la

desnaturalización térmica, hasta que se alcanzan temperaturas que matan los tejidos de la planta.

La temperatura no solo influye en la tasa de crecimiento de la planta y en su metabolismo, sino que también juega un papel importante en el control del desarrollo de la planta. La temperatura alta (mayor a 20 °C en la noche), por si sola, inhibe la tuberización, pero son pocos los procesos de desarrollo controlados solamente por la temperatura y las respuestas a esta pueden ser modificadas por otros factores, particularmente por la luz ambiental (duración y cantidad) (Midmore, 1988).

Factores que influyen en la sobrevivencia de las plantas

El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de la actividad del sistema fotosintético, el cual se halla funcionalmente relacionado con el clima del hábitat particular de las plantas gracias al flujo de energía, de agua, de dióxido de carbono, y de nutrimentos minerales del suelo (Gates, 1980).

Desarrollo en altura y diámetro

Las plantas de *Ochroma pyramidale* crecieron sólo 77 cm de altura y 2,4 cm de diámetro basal en el mismo periodo de estudio del tiempo (Ibarra y Michi, 2016).

Por lo tanto, la degradación del suelo limita el crecimiento de las especies pioneras y afecta gravemente la dinámica y el desarrollo de la cubierta forestal durante el progreso de la restauración forestal (McGrath et al., 2001; Martínez-Garza et al, 2013).

1.2.2 Temperatura ideal para el día y la noche

La sequía causa un déficit hídrico, este afecta el comportamiento de las plantas a nivel celular, fisiológico y morfológico, disminuye la tasa de crecimiento, y retarda el desarrollo de la planta. Existe, sin embargo, un amplio de grados de susceptibilidad al estrés hídrico y de efectos causados por el, que depende del proceso involucrado, de la intensidad del estrés, y de las características de la planta (Hsiao et al., 1976; Brandford, 1982).

La combinación de temperaturas óptimas para el día y la noche fue objeto de investigación en el primer invernadero dispuesto con aire acondicionado en el mundo, un fitotrón, en el Instituto de Tecnología de California, (1949). Los experimentos demostraron que las tomateras crecen más con la combinación de temperaturas altas durante el periodo de luz y más bajas durante el periodo de oscuridad, que si la temperatura se mantuviese constante durante ambos periodos.

1.2.3 Importancia de la materia orgánica en el crecimiento y desarrollo de las plantas

La materia orgánica actúa sobre las propiedades del suelo de una manera directa proporcionando mejoría de algunos de sus atributos que favorecen el buen desarrollo de las plantas cuestión ésta que se traduce en altos rendimientos.

Los suelos que dejan las operaciones de minería informal en nuestro sitio se caracterizan por tener bajos niveles de fertilidad suficientes para afectar negativamente el crecimiento de plantas como muchas otras zonas minadas en la región de estudio (Mosquera et al, 2009). Otros estudios informan que la adición de compost no sólo aumenta la fertilidad del suelo y la biomasa de las plantas, sino también a reducir la concentración de elementos traza en las especies de plantas que crecen en suelos mineros metálicos contaminados (Martínez-Fernández et al, 2014).

Acciones de la materia orgánica sobre las propiedades físicas son:

- Mejoramiento de su estructura. Es decir que aligera las estructuras plásticas y agrega las arenosas.
- Incrementa la porosidad en los suelos arcillosos. Por lo que favorece el drenaje interno.
- Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo. Por lo que hace más eficiente el riego.

Acciones de la materia orgánica sobre las propiedades químicas son:

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico. Ofrece mayores posibilidades en la nutrición de las plantas.
- Retiene y facilita la absorción de nutrientes por las plantas. De esta forma impide que se lixivien con el agua de lluvia o de riego.
- Estimula el crecimiento de las plantas. Aporta enzimas estimuladoras del crecimiento.
- Aumenta la disponibilidad de micro y macro elementos.
- Favorece la formación de compuestos orgánicos con el hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu) y otros, facilitando su absorción por la planta.

Acciones de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas son:

- Estimula el crecimiento y actividad de la flora microbiana del suelo.
- Favorece su oxidación para la formación de compuestos asimilables por las plantas.
- Mejora la capacidad de germinación de las semillas.
- Mejora los procesos de intercambio energético en las plantas.
- Aumenta el rendimiento de los cultivos.

1.2.4 Características de las especies

1.2.4.1 División Taxonómica de *Crotalaria* con pelos

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Crotalaria*

ESPECIE: *Crotalaria incana* L.

Descripción: especies que crecen silvestres en áreas contaminadas con petróleo muestra sensibilidad a altas Concentraciones de petróleo crudo (Rivera-Cruz y Trujillo-Narcía 2004). Arbusto de 0,60-1,5 m alt. Hojas trifolioladas, folíolos hasta de 3 cm de largo x 2 cm de ancho, elípticos, obovados a circulares, tricomas de 0,2-0,5 mm de largo; estípulas filiformes, caducas; flores de 1,1-1,5 cm de largo. Vaina claviforme, cortamente apiculada, de 2-3 cm de largo x 0,5-0,6 cm de ancho, pubescente, castaño claro a oscura. Semillas oblicuo-cordiformes, comprimidas, ca. 2,5 mm diám (Gómez 2000), (Figura 22, Anexo 02).

1.2.4.2 División Taxonómica de *Crotalaria* sin pelos

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Crotalaria*

ESPECIE: *Crotalaria pallida* Aiton

Descripción: Mejora las características químicas del suelo al realizar aportes de materia seca de 5 885 kg/ha y 3 116 kg/ha en suelos inceptisoles y oxisoles respectivamente, (Figura 23, Anexo 02).

1.2.4.3 División Taxonómica de *Crotalaria* grande, (Figura 24, Anexo 02).

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Crotalaria*

ESPECIE: *Crotalaria cajanifolia* H.BK

1.2.4.4 División Taxonómica de Retamilla

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Indigofera*

ESPECIE: *Indigofera suffruticosa* Mill.

Descripción: Es un arbusto erecto ramoso, de 1 m de altura con hojas pinnadas, Es comúnmente usado como fuente de colorante índigo y si se mezcla con ciertas arcillas puede producirse la bella *Maya blue* o "azul maya": pigmento usado por la civilización maya. Especies que crecen silvestres en áreas contaminadas con petróleo, presenta tolerancia Rivera-Cruz, (2004), (Figura 25, Anexo 02).

1.2.4.5 División Taxonómica de Leucaena

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Leucaena*

ESPECIE: *Leucaena leucocephala* (Lam.)

Descripción: Arbusto o pequeño árbol de 2 a 6 m de altura con ramas pubescentes cuando jóvenes y que se tornan glabras con la edad.

Se cultiva para su uso como abono verde y forraje. Sus semillas verdes son comestibles y tienen un sabor parecido al ajo. Las vainas se encuentran frecuentemente en los mercados de México, (Figura 26, Anexo 02).

1.2.4.6 División Taxonómica de Topa

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Malvales

FAMILIA: Malvaceae

GÉNERO: *Ochroma*

ESPECIE: *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.)

Descripción: Es un árbol de hábito heliófito, de crecimiento rápido, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a ríos, caminos y zonas con alteración antropogénica. Es polinizada por murciélagos frugívoros y, hay indicios de que la polinización cruzada entre individuos diferentes promueve la formación de mayor cantidad de semillas por fruto. La madera es de buena calidad, durable, aunque muy blanda y muy liviana. Es la madera tradicionalmente empleada en la región amazónica para construir balsas por su excelente flotabilidad Yamamoto, J. P. Y. J. P., & Castro, M. B. C. M. B. (2003), (Figura 27, Anexo 02).

1.2.4.7 División Taxonómica de Higuerilla

REINO: Plantae o vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Malpighiales

FAMILIA: Euphorbiaceae

GÉNERO: *Ricinus*

ESPECIE: *Ricinus communis* L.

Descripción: El ricino es un arbusto de tallo grueso y leñoso, el fruto es globuloso. Requiere un clima cálido sin heladas. Las semillas son muy tóxicas, por la presencia de una albúmina llamada ricina, ya que basta la ingestión de unas pocas, masticadas o tragadas, producen un cuadro de intensa gastroenteritis con deshidratación; puede dañar gravemente el hígado y el riñón e incluso producir la muerte, (Figura 28, Anexo 02).

1.2.5 Definiciones

Suelo

Es la capa más superficial de la corteza terrestre, constituye uno de los recursos naturales más importantes con el que contamos al ser el substrato que sustenta la vida en el planeta. Desde el punto de vista edáfico, un suelo es un cuerpo natural tridimensional formado por la progresiva alteración física y química de un material original o roca madre a lo largo del tiempo, bajo unas condiciones climáticas y topográficas determinadas y sometido a la actividad de organismos vivos.

El suelo es un componente esencial de la tierra y ecosistemas. Ambos son conceptos más amplios que abarcan la vegetación, el agua y el clima en el caso de la tierra, y además abarca también las consideraciones sociales y económicas en el caso de los ecosistemas (Velázquez et al, 2002).

Fertilidad del suelo

Es la capacidad que posee el suelo de proporcionar a los vegetales los nutrientes necesarios para su desarrollo en forma equilibrada. Comprende dos características: El suelo debe poseer las características físicas, químicas y biológicas que permitan el crecimiento de las raíces. Deben estar los nutrientes en la forma y cantidad que requieren las plantas (Ortiz, 1979).

Leguminosas forestales: Aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados

Caracterizadas por ser especies pioneras y agresivas, con elevada producción de biomasa y ocurrencia en una amplia gama de condiciones climáticas y edáficas, las leguminosas forestales han tenido un significativo rol en los estudios de recuperación de suelos degradados. Estas especies presentan un mejor aprovechamiento de nutrientes y mayor capacidad de crecimiento en condiciones adversas del suelo, cuando están asociadas a bacterias fijadoras de nitrógeno y a hongos micorrízicos. Este trabajo tiene como objetivo presentar los principales resultados obtenidos en el Programa de Investigaciones sobre el Uso de Especies Leguminosas Noduladas y Micorrizadas en la Recuperación de Áreas Degradadas, desarrollado por EMBRAPA/CNPAB, en conjunto con la Universidad Federal de Viçosa. Estudios en viveros han demostrado que estas especies presentan una gran tolerancia a la presencia de Al^{3+} en el suelo y eficiencia en la utilización de K, Ca y Mg. Por otro lado, todas las especies evaluadas se mostraron sensibles al abono fosfatado.

Criterios para la selección de especies vegetales

Mataix (1999) considera que las condiciones que presenta el área degradada condicionan las características que deben presentar las especies vegetales seleccionadas para cumplir determinadas funciones. Este autor agrupa los criterios de selección en los siguientes aspectos:

A. Criterio Biotécnicos

- **Control de erosión superficial:** para su recubrimiento y protección se deben usar plantas leñosas y herbáceas que tengan raíces fibrosas superficiales, muy extendidas para que formen una cubierta continua.
- **Prevención de movimientos en masa:** las plantas deben cumplir funciones de anclaje y reforzamiento, para lo cual deben tener sistema radicular profundo y fuerte. Las especies arbustivas y arbóreas tienen tallos fuertes y alta relación biomasa- sistema radicular, además sirven para prevenir procesos de inestabilidad superficial y movimientos en masa.

B. Criterios Ambientales

- **Bioclima:** deben realizarse en los niveles regional y local.
- **Características del sustrato:** la textura y densidad van a determinar las posibilidades de enraizamiento y la capacidad de almacenamiento de agua.
- **Fertilidad del suelo:** según la disponibilidad de macro y micro-nutrientes se estudia la posibilidad del uso de plantas fijadoras de nitrógeno
- **pH:** influye en el grado de fitotoxicidad y el grado de asimilabilidad de determinados nutrientes.
- **Características topográficas:** si la zona se ubica en sitios planos, montañosos, etc.

C. Criterios Fitosociológicos

Se refiere al estudio que debe hacerse de la sucesión vegetal para decidir qué especies se van a utilizar, en qué proporción, y especificar las características del espacio tratado que asegure la permanencia de las plantas, sobre las que recaen las funciones de estabilización, y protección de las áreas degradadas.

Grime (1989) considera cuatro tipos de plantas en función de la estrategia básica de respuesta y adaptación a intensidades variables del estrés ambiental (disponibilidad de agua, luz, nutrientes, etc.) y el grado de perturbación debido a los agentes externos (actividades humanas, herbívoros, agentes patógenos, erosión, fuego, etc.).

- **Especies pioneras:** son las primeras en establecerse y forman una comunidad herbácea dominada por gramíneas de carácter sucesoral. Crecen rápidamente y tienen una alta tasa de reproducción; siendo además competitivas en condiciones ambientales muy favorables.
- **Plantas competidoras:** explotan condiciones de bajo estrés ambiental y bajo nivel de perturbación, pero donde muchas especies compiten por los recursos disponibles
- **Plantas tolerantes al estrés ambiental:** explotan condiciones de alto estrés, pero bajo nivel de perturbación
- **Plantas ruderales:** toleran un alto grado de perturbación, pero no condicionan de estrés ambiental.

Hidrogel

El término hidrogel se utiliza para denominar a un tipo de material de base polimérica caracterizado por su extraordinaria capacidad para absorber agua y diferentes fluidos. La hidrofilia de estos geles es debido a grupos como: -OH, -COOH, -CONH₂, y -SO₃H. Esta propiedad de absorber agua les convierten en materiales de enorme interés, sobre todo en la medicina como sistemas de liberación controlada y/o sostenida de principios activos, dispositivos para diagnóstico, sustrato para el cultivo de células, geles para electroforesis, desintoxicantes sanguíneos, membranas para hemodiálisis, sistemas terapéuticos biodegradables, lentes de contacto e implantes (Escobar, García, Zaldívar, y Katime, 2002).

Guano de isla

El Guano de las islas se origina por acumulación de las deyecciones de las aves guaneras que habitan las islas y puntas de nuestro litoral. Entre las aves más representativas tenemos al Guanay (*Phalacrocorax bouganivilli* Lesson), Piquero (*Sula variegata* Tshudi) y Pelicano (*Pelecanus thagus*). Con justa razón podemos decir al referirnos al guano de islas, que es el mejor y más completo fertilizante del mundo, pues además de contener los elementos indispensables para el crecimiento de las plantas: Nitrógeno, fósforo, potasa, calcio y magnesio; contiene trazas de algunos elementos menores: manganeso, cobre, titanio, plomo, zinc, flúor, boro y yodo, muy necesarios para el desarrollo de diversos cultivos (Cancino, 1959).

Propiedades del Guano de Isla

- a. Es un fertilizante natural y completo. Contiene todos los nutrientes que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo.
- b. Es un producto ecológico. No contamina el medio ambiente.

- c. Es biodegradable, el Guano de las Islas completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico.
- d. Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo. En suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), favorece la absorción y retención del agua. Aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.
- e. Es soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas (fracción mineralizada).
- f. Tiene propiedades de sinergismo, en experimentos realizados en cultivos de papa, en cinco lugares del Perú, considerando un testigo sin tratamiento, se aplicó el Guano de las Islas, estiércol y una mezcla de ambos. En los cinco lugares experimentados, la producción se incrementó significativamente con el tratamiento Guano de las Islas + estiércol.

Materia seca

El contenido de materia seca (MS) del forraje es la resultante de la extracción del agua que contienen las plantas al estado fresco o verde. Esta labor se realiza habitualmente en laboratorios especializados, donde se utilizan hornos de ventilación forzada a temperaturas de 60°C a 105°C por 24 a 48 horas o por el tiempo requerido para que la muestra obtenga un peso constante. Este proceso es lento, pero asegura que no se altera la composición nutricional del forraje. La expresión de este parámetro se realiza en forma proporcional; es decir, como porcentaje del forraje fresco total cosechado (Canseco, et al, 2007).

Respecto a la producción de materia fresca y seca, se encontraron diferencias significativas y altamente significativas respectivamente, entre leguminosas. *Canavalia ensiformis* presentó mayor producción de materia fresca y seca, seguida de *Crotalaria juncea* y la menor cantidad producida la obtuvo *Phaseolus lunatus*, estos resultados coinciden con los obtenidos por Ramírez (1963)

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El departamento de Madre de Dios, se ubica en la región sur oriental del territorio peruano, entre las coordenadas geográficas 9°55'33" y 13°20'04", latitud sur, 68°39'27" y 77°22'27", longitud Oeste. Presenta una localización estratégica por encontrarse en una región que cuenta con dos fronteras internacionales con Brasil y Bolivia.

La investigación se realizó en la concesión minera denominado CU&SA 2 con código N°.-07.00095-07 con coordenadas que se pueden observar en el cuadro 2, del Señor Celso Quispe Chipana que se encuentra ubicada en el Centro Poblado Nueva Arequipa, distrito de Inambari, provincia de Tambopata, cuenta con una extensión de 200 hectáreas donde vienen realizando la actividad minera desde el año 2007.

La parcela se encuentra a unos 250 m aproximadamente de la vía interoceánica. Podemos observar que existen pequeños pozos de agua sobre las inmensas áreas deforestadas.



Fig 1. Ubicación del área de estudio, Tambopata, Madre de dios, Perú.

Fuente: Google earth 2011.

Cuadro 2. Coordenadas UTM WGS 84 19L de la concesión minera.

VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	8576000	394000
2	8575000	394000
3	8575000	392000
4	8576000	392000

Ubicación Política

El área se encuentra ubicada en el eje carretero Puerto Maldonado – Mazuco, margen derecho, exactamente a 103 km de la ciudad de Puerto Maldonado.

Departamento : Madre de Dios
Provincia : Tambopata
Distrito : Inambari
Centro Poblado : Nueva Arequipa

2.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada experimental, consiste en analizar el efecto producido por la acción de las variables independiente sobre una o varias dependientes. En esta investigación el observador manipula y controla una o más variables independientes.

2.3 Diseño experimental

Las unidades experimentales estuvieron distribuidas en tres bloques al azar, donde cada unidad experimental es una parcela de 2 m x 2 m (4m²), y la unidad de medición serán 10 plántulas por parcela seleccionadas al azar.

Tomando en cuenta las características del área de estudio, donde se alternan zonas de tierra firme discontinuas con cuerpos de agua, se aplica un diseño de parcelas divididas.

Los factores a evaluar son:

1. Tres tipos de tratamiento (cuadro 3).
2. Siete especies a evaluar (cuadro 4).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Factor 1= Tratamiento del suelo	
Niveles	Descripción
T1	Sin Tratamiento
T2	Aserrín descompuesto y guano de isla
T3	Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel.

Cuadro 4. Relación de las especies evaluadas.

Factor 2= Especies		
Clave	Descripción	
E1	Crotalaria con pelos	<i>Crotalaria incana</i> Aiton
E2	Crotalaria grande	<i>Crotalaria cajanifolia</i> H.BK
E3	Crotalaria sin pelos	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton
E4	Retamilla	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.
E5	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.)
E6	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.
E7	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit

Distribución de las unidades experimentales

En la Fig 2 se puede observar la distribución grafica de cada unidad experimental y su respectiva codificación para la toma de todos los datos. La cantidad total de unidades experimentales es de 63, también se muestra los bloques A, B Y C, como se puede observar por cada bloque están distribuidos los 3 tratamientos que son A, B y C que se observa al lado inferior izquierdo, cada uno con un número diferente, este número es el código de especie los cuales se pueden observar al lado inferior derecho, la separación de cada unidad experimental es de aproximadamente 40 cm los cuales permiten una libre transitabilidad.

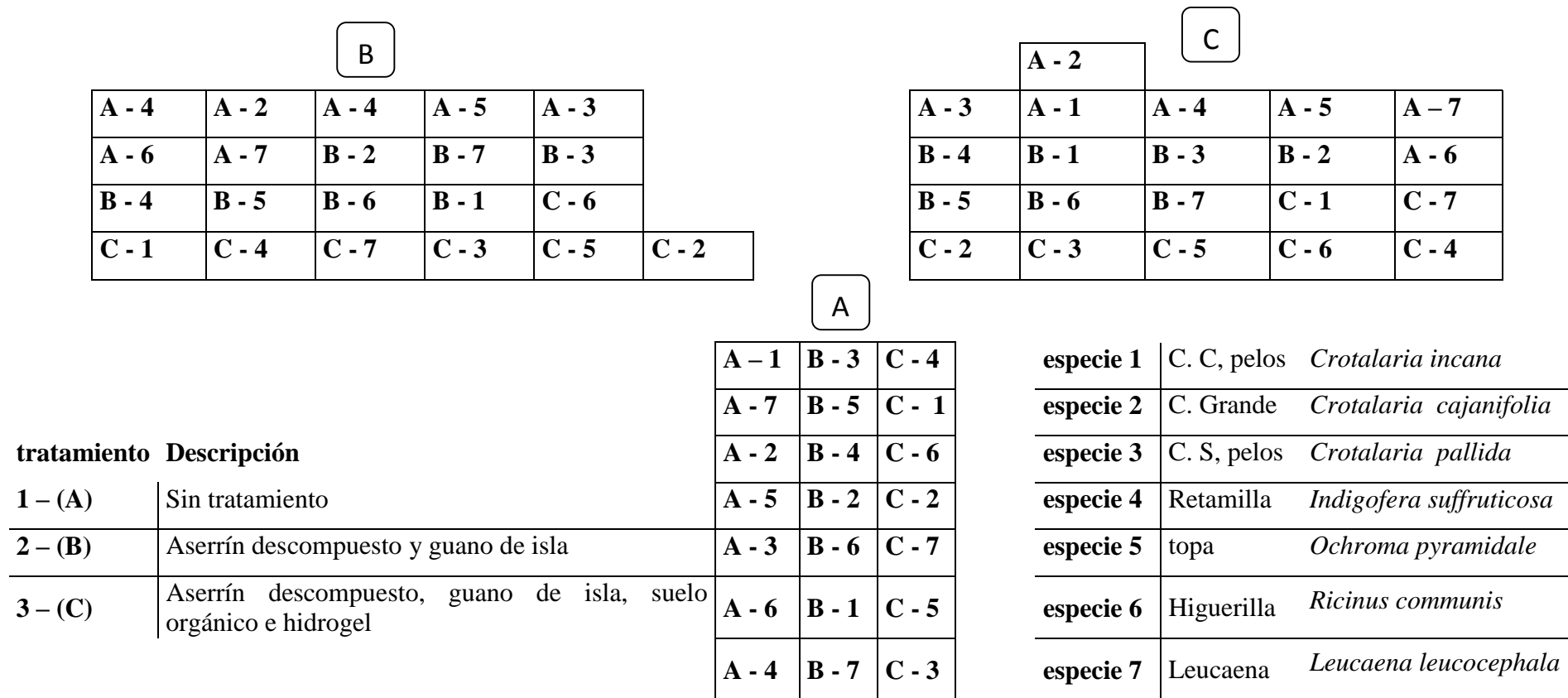


Fig 2. Distribución de las unidades muestrales.

En el cuadro 5 se puede observar la cantidad total aproximada de semillas utilizadas en la investigación.

Cuadro 5. Cantidad de semillas total por especie.

ID	Nombre común	Especie	N° semilla por especie
1	Crotalaria con pelos	<i>Crotalaria incana</i> Aiton	900
2	Crotalaria grande	<i>Crotalaria cajanifolia</i> H.BK	900
3	Crotalaria sin pelos	<i>Crotalaria pallida</i> Aiton	900
4	Retamilla	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	900
5	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.)	900
6	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.	900
7	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	900
	Total		6300

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 25.

2.3.1 Estadística empleada

Para la determinación del porcentaje de sobrevivencia

Se determinó mediante la cantidad de individuos vivos al final de la evaluación en relación con los individuos desde la primera evaluación.

Para determinar el desarrollo

En esta ocasión se consideró el incremento del crecimiento diametral y en altura, como se explicó las mediciones se realizarán mensualmente.

Para el monitoreo de la temperatura

Debido al uso de termómetros digitales la toma de datos de temperatura es más fácil, las profundidades a medir fueron de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30 y 30 a 40 cm, por cada bloque se ubicaron 3 puntos distintos donde se ubicaron estas medidas, la primera era al inicio, la segunda al centro y la tercera al final, haciendo un total de 24 medidas por bloque, 12 en el lado con cobertura y los otros 12 en el área sin cobertura, esto multiplicado por tres que en total serían 72 medidas en época de estiaje y otras 72 medidas en época de invierno, de los cuales se determinó su promedio para así conocer la temperatura promedio en las dos diferentes zonas y temporadas.

2.3.1.4. Para determinar la producción de materia seca

Para determinar la materia seca se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Materia Seca (\%)} = \text{Pms/Pmh} \times 100$$

Pms = peso de la muestra seca

Pmh = peso de la muestra húmeda

2.4 Metodología

2.4.1 Acopio de aserrín descompuesto y suelo orgánico

El aserrín descompuesto se extrajo de un botadero de una empresa dedicada al aserrío de madera que se encuentra aproximadamente en el km 98 con ayuda de palas y machetes, y el suelo orgánico se extrajo de un predio agrícola cercano al área de estudio. El traslado del aserrín y el suelo se realizó en un carro por el peso que tienen.

Una vez ubicado en el área de estudio se procedió a desmenuzar el suelo hasta lograr un tamaño menor al 0,5 cm de diámetro para una mejor preparación del sustrato.



(a)



(b)

Fig 3. (a) Acopio de sustrato y (b) traslado de sustrato.

2.4.2 Preparación del terreno de la parcela

Debido a la fisiografía del área donde se ubicó las unidades experimentales, siendo estos montículos de arena, primeramente se subdividió 21 unidades muestrales con una dimensión de 2 m de ancho por 2 m de largo, seguidamente se abrió 10 pequeñas zanjas horizontales en cada unidad muestral con una longitud de 2 m cada una, cada una de estas zanjas tiene una dimensión de 10 cm ancho y 15 cm de profundidad.



Fig 4. Preparación del terreno.

2.4.3 Preparación de sustrato

Como se mencionó con anterioridad, existen tres tipos de tratamientos, uno que es testigo sin ningún tipo de sustrato más que su propio suelo, el segundo que comprende aserrín descompuesto mezclado con guano de isla y el tercer tratamiento que comprende una mezcla de suelo orgánico, aserrín descompuesto, guano de isla e hidrogel.



Fig 5. Sustrato en la unidad experimental.

El siguiente cuadro 6 presenta la cantidad de los diferentes insumos mezclados por tipo de tratamiento, así mismo cada cantidad pertenece a una unidad muestral.

Cuadro 6. Cantidad de sustratos por unidad muestral.

tratamiento	Sustratos			
	Aserrín descompuesto	Guano de isla	Suelo orgánico	hidrogel
A	0	0	0	0
B	25 kg	1 kg	0	0
C	25 kg	1 kg	25 kg	0,5 kg

2.4.4 Sembrado

El sembrado se realizó directamente sin ningún tipo de tratamiento a las semillas, en cada unidad muestral se sembró un total de 100 semillas, la profundidad fue de 1 cm para evitar la mortandad por insolación.



Fig 6. Sembrado de las semillas.

2.4.5 Metodología para determinar el porcentaje de sobrevivencia

La sobrevivencia se determinó mediante evaluaciones de mortandad desde la germinación hasta el último día de evaluación que es de trece meses. Para lo cual se referencio a cada individuo con un sorbete de plástico para su cuantificación y evaluación progresiva de sobrevivencia, esto se realizó luego de treinta días después del sembrado.

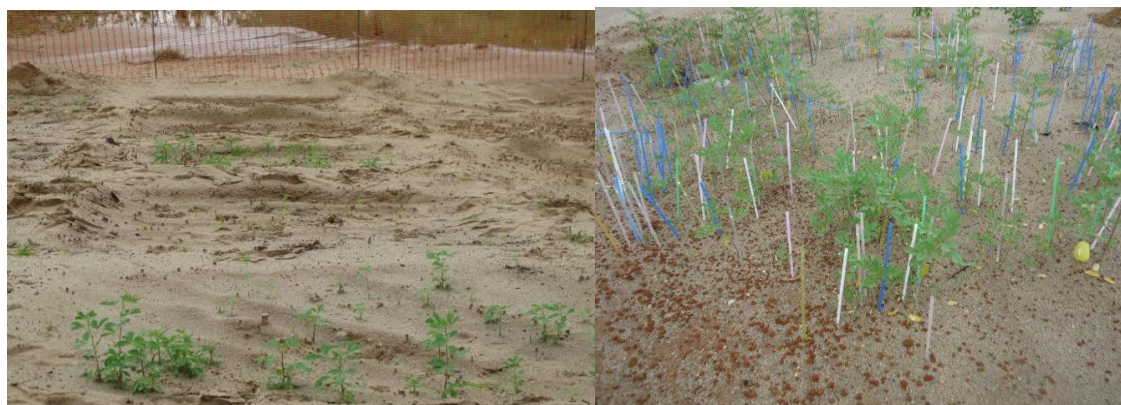


Fig 7. Determinación del % de sobrevivencia.

2.4.6 Metodología para determinar el desarrollo

Una vez referenciado a todas las plantas con un sorbete de plástico, se seleccionaron al azar 10 individuos por unidad experimental que se convirtieron en muestras de evaluación, estas 10 muestras fueron marcadas con cucharitas de plástico con su numeración correspondiente, las cuales fueron evaluadas cada 30 días, registrando datos como el crecimiento en altura, diámetro y mortandad.



(a)

Fig 8. (a) Plántula de ricino.



(b)

(b) plántulas seleccionada como muestra.

2.4.7 Metodología para el monitoreo de la temperatura

El monitoreo de temperatura se realizó durante tres días consecutivos en época de lluvia y estiaje presentes en la región, las evaluaciones diarias se realizaron a las 7 am, 13 pm y 19 pm, estas evaluaciones se realizaron en los dos tipos de áreas, uno con cobertura vegetal y el otro en área libre a una profundidad de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm.



Fig 9. Monitoreo de la temperatura con termómetros digitales.

2.4.8 Metodología para determinar la producción de materia fresca y seca.

La producción de materia fresca y seca se determinó mediante el peso fresco y el secado de la misma en una estufa, en cada unidad muestral se consideró dos muestras cada una con un área de 0,5 m de ancho y 0,5 m de largo.



Fig 10. Producción de materia fresca.

Una vez seleccionada la ubicación de las muestras en cada unidad experimental se procedió a tomar las muestras aéreas y radiculares, en el caso de las aéreas se consideró todo el tallo y las hojas, y las otras muestras son todas las raíces, una vez obtenidas las muestras debidamente codificadas se procedió a realizar el pesado total por cada unidad experimental para conocer la materia fresca producida.



Fig 11. Ensacado de las muestras.

Luego de haber terminado el trabajo de campo se procedió a determinar la materia seca, esto se realizó en el Laboratorio Ambiental de la Universidad, las muestras tanto del tallo como la raíz fueron pesadas en una balanza electrónica en g, en esta ocasión se consideró una muestra de 100 g en cajitas de papel craf por ser resistentes, las muestras se secaron a 105°C, seguidamente las muestras fueron pesadas diariamente hasta encontrar el peso constante lo que se logró a los 12 días.



Fig 12. Pesado y secado de las muestras frescas.

Luego de hallar el peso constante, estos fueron registrados en un libro Excel donde se procesaron los datos para determinar el contenido de humedad y la producción de materia seca.

2.4.9 Metodología para determinar el mejor modelo de siembra y especie

Para la determinación se evaluaron los resultados de sobrevivencia, desarrollo y producción de materia seca de cada una de las siete especies en relación a los tratamientos, estos dependerán de los sustratos, ya que el área de estudio presenta características irrisorias para la sobrevivencia de las plantas (Figura 29, Anexo 02).



Fig 13. Determinación del mejor modelo de siembra.

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Resultados y discusión

3.1.1 Estimación del porcentaje de sobrevivencia

El desempeño de las especies en cuanto a su sobrevivencia estuvo fuertemente influenciado por el tipo y cantidad de nutrientes del suelo y por el medio ambiente en cuanto a las altas temperaturas como se puede observar en el cuadro 7. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Gates (1980), que indica que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de la actividad del sistema fotosintético, el cual se halla funcionalmente relacionado con el clima del hábitat particular de las plantas gracias al flujo de energía, de agua, de dióxido de carbono, y de nutrimentos minerales del suelo. Es necesario mencionar que en las raíces de las *Crotalarias*, *Leucaena* e *Indigofera* se logró observar la presencia de micorrizas que es la asociación simbiótica que establece las raíces de plantas con las hifas de algunos hongos (Figura 31, Anexo 02).

Cuadro 7. Porcentaje de sobrevivencia de las especies por tipo de tratamiento.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		<i>C. incana</i>	<i>C. cajanifolia</i>	<i>C. pallida</i>	<i>I. suffruticosa</i>	<i>O. pyramidale</i>	<i>R. communis</i>	<i>L. leucocephala</i>
Total por tratamiento	A	0	0	18	0	0	0	0
	B	13	22	81	72	65	0	29
	C	68	52	74	85	64	67	37

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 28.

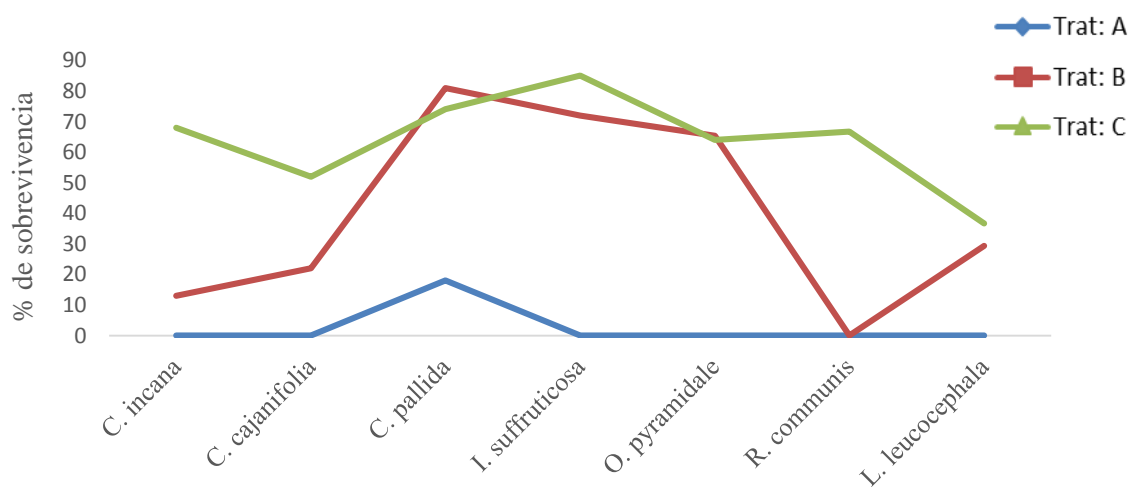


Fig 14. Porcentaje de sobrevivencia.

El siguiente cuadro 8 interpreta la cantidad de individuos vivos por especie y tratamiento a 30 días de la instalación. Como podemos observar la especie *Crotalaria pallida* y *Indigofera suffruticosa* son las que presentan la mayor cantidad de individuos vivos, no habiendo una diferencia significativa entre los tratamientos B y C, también podemos observar que la especie *Ricinus communis* es la que presenta solo 30 individuos vivos.

Cuadro 8. Plántulas vivas en la primera evaluación.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		<i>C. incan a</i>	<i>C. cajanifo lia</i>	<i>C. pallid a</i>	<i>I. suffruti cosa</i>	<i>O. pyrami dale</i>	<i>R. commu nis</i>	<i>L. leucoc ephala</i>
Total por tratamiento	A	11	11	124	28	1	14	12
	B	82	197	162	192	88	14	96
	C	44	122	160	195	84	2	55

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 26 y Fig 30.

La evaluación final se realizó a los 13 meses del sembrado, en esta ocasión podemos observar que las especies *Crotalaria pallida* y *Indigofera suffruticosa* siguen manteniendo el índice más alto en lo que es sobrevivencia, sin embargo la *Indigofera suffruticosa* es la que mayor resultado presenta, también se observa que en el caso del *Ricinus communis* solo lograron sobrevivir dos individuos.

Cuadro 9. Plántulas vivas en la última evaluación.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		<i>C. incan a</i>	<i>C. cajanifo lia</i>	<i>C. pallid a</i>	<i>I. suffruti cosa</i>	<i>O. pyrami dale</i>	<i>R. commu nis</i>	<i>L. leucoc ephala</i>
Total por tratamiento	A	0	0	23	0	0	0	0
	B	13	43	130	150	58	0	26
	C	29	46	122	173	49	2	17

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 27.

3.1.2 Estimación del desarrollo

En el cuadro 10 podemos observar que la especie *Crotalaria cajanifolia* es la especie que mayor tamaño presenta en dos tratamientos, seguido de la *Crotalaria pallida*, en relación a la altura total de todas las especies el tratamiento C es el que mejor resultados ha obtenido,

sin embargo la especie *Ochroma pyramidale* solo presenta una altura total de 23 cm. Ibarra y Michi (2015) indican en su investigación que las plantas de *Ochroma pyramidale* crecieron sólo 77 cm de altura y 2,4 cm de diámetro basal en el mismo periodo de estudio del tiempo. Así mismo McGrath et al. (2001); Martínez-Garza et al. (2013) indican que la degradación del suelo limita el crecimiento de las especies pioneras y afecta gravemente la dinámica y el desarrollo de la cubierta forestal durante el progreso de la restauración forestal.

Cuadro 10. Altura total en cm por especie.

Altura total por especie en cm			
Especie	Trat A	Trat B	Trat C
<i>Crotalaria incana</i>	1	60	67
<i>Crotalaria cajanifolia</i>	2	96	104
<i>Crotalaria pallida</i>	5	88	92
<i>Indigofera suffruticosa</i>	0	66	83
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	23	22
<i>Ricinus communis</i>	0	0	18
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	19	21

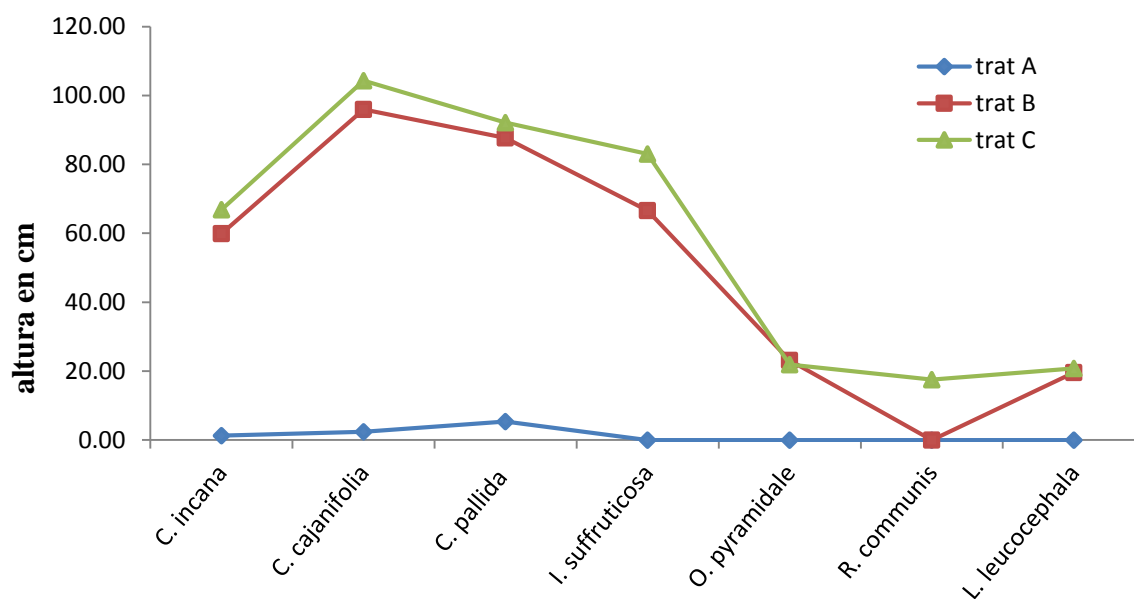


Fig 15. Crecimiento en altura por especie en 13 meses.

ANVA DE ALTURA (cm)

En el cuadro 11 logramos determinar que sig es menor a (0,05), esto nos indica que al menos dos de los tres tratamientos tienen resultados diferentes, asimismo en los bloques respecto a sus medias donde aceptamos la H_1 .

Cuadro 11. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura Total en cm

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24534,000 ^a	8	3066,750	7,084	,001
Intersección	28013,762	1	28013,762	64,706	,000
Tratamiento	13360,095	2	6680,048	15,430	,000
Bloque	11173,905	6	1862,317	4,302	,015
Error	5195,238	12	432,937		
Total	57743,000	21			
Total corregida	29729,238	20			

a. R cuadrado = 0,825 (R cuadrado corregida = 0,709)

En el Cuadro 12 se observa la prueba de rango post hoc que identifica los subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre sí, lo cual nos demuestra que no existe mucha diferencia entre los tratamientos B y C pero si es muy significativo con el tratamiento A.

Cuadro 12. DHS de Tukey para los tratamientos

Tipo de Sustrato	N	Subconjunto	
		1	2
A	7	1,1429	
B	7		50,2857
C	7		58,1429
Sig.		1,000	,764

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 432,937.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7,000

b. Alfa = 0,05.

En el cuadro 13 podemos observar que no existe mucha diferencia en cuanto a la altura de las especies entre los dos subconjuntos, pero si en la especie *Ricinus communis* con la especie *Crotalaria cajanifolia*.

Cuadro 13. DHS de Tukey para las especies

Especie Flora	N	Subconjunto	
		1	2
E6	3	6,0000	
E7	3	13,3333	13,3333
E5	3	15,0000	15,0000
E1	3	42,6667	42,6667
E4	3	49,6667	49,6667
E3	3	61,6667	61,6667
E2	3		67,3333
Sig.		,072	,085

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 432,937.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000

b. Alfa = 0,05.

En la fig 16 podemos observar la gran diferencia del crecimiento en altura de las especies en los diferentes tratamientos, como se logra observar las especies en el tratamiento (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel lograron mejores resultados.

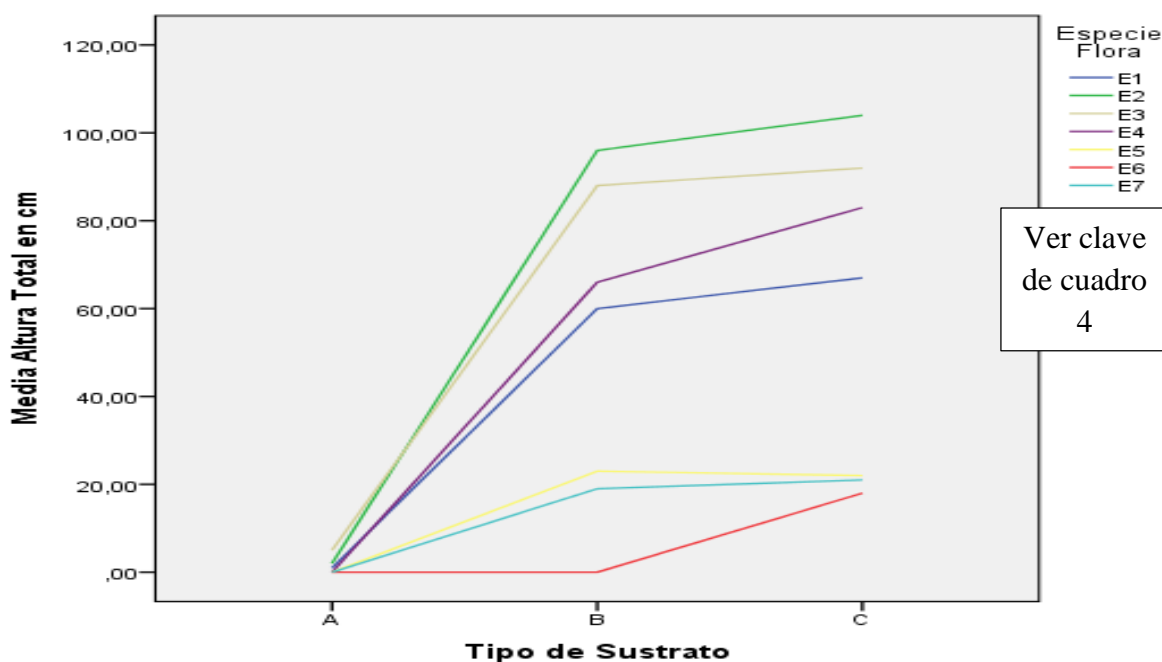


Fig 16. Influencia del tratamiento en el crecimiento de las especies.

En el cuadro 14 podemos observar los diámetros de las siete especies en los distintos tratamientos alcanzados hasta el final de la evaluación, estos datos reflejan los diámetros más representativos de cada especie, podemos decir entonces que la especie *Crotalaria cajanifolia* es la de mayor diámetro en el tratamiento C, esto quiere decir que la disponibilidad de sustrato es lo que produce un buen desarrollo a diferencia del tratamiento A que solo presento algunos individuos vivos con un tardío desarrollo diametral, también se observa a la *Crotalaria pallida* y *Ochroma pyramidale* que presentan un buen diámetro, en el caso de la *Crotalaria incana* no presenta ninguna diferencia.

Cuadro 14. Diámetro total en cm por especie.

Diámetro total por especie en cm			
Especie	Trat A	Trat B	Trat C
<i>Crotalaria incana</i>	0,10	0,70	0,70
<i>Crotalaria cajanifolia</i>	0,20	1,80	2,00
<i>Crotalaria pallida</i>	0,20	1,10	1,60
<i>Indigofera suffruticosa</i>	0,00	0,80	1,20
<i>Ochroma pyramidale</i>	0,00	0,60	1,60
<i>Ricinus communis</i>	0,00	0,00	1,00
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,00	0,40	0,40

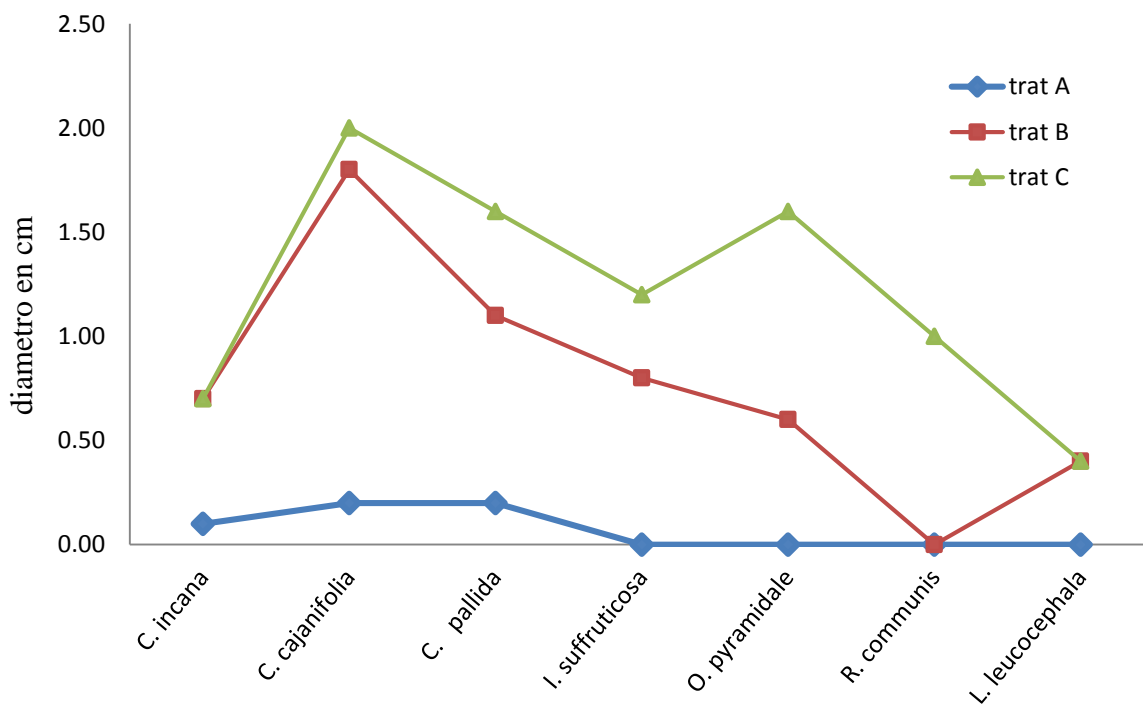


Fig 17. Crecimiento en diámetro por especie.

3.1.3 Estimación de la temperatura

La temperatura fue evaluada en la época de invierno y de estiaje, con la finalidad de conocer la diferencia que existe tanto en las parcelas con coberturas y áreas sin cobertura cerca de la parcela, obtenido los resultados logramos ver en el cuadro 15 y 16 respectivamente que existe una diferencia de hasta 9 °C en el área con cobertura frente al área libre en época de invierno, y que en la época de estiaje existe una diferencia de hasta 14°C entre el área con cobertura y área libre, resultados que provocan un estrés hídrico independientemente de las características de cada especie, esto coincide con lo señalado por Hsiao et al., (1976); Brandford, (1982), donde indican que existe un amplio de grados de susceptibilidad al estrés hídrico y de efectos causados por el, que depende del proceso involucrado, de la intensidad del estrés, y de las características de la planta.

En los siguientes cuadros podemos observar las diferencias de temperatura en las dos épocas.

Cuadro 15. Temperatura en época de invierno.

Temperaturas en Época de Invierno						
Profundidad	Con Cobertura			Sin Cobertura		
	Inicio	Centro	Final	Inicio	Centro	Final
0 cm	27	27	27	36	35	36
10 cm	28	28	28	37	36	37
20 cm	28	28	28	36	36	36
30 cm	27	27	27	36	36	36
40 cm	27	27	27	35	35	35

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 29 y 30.

Esta diferencia es muy importante para los diferentes procesos biológicos, ecológicos que se pueden presentar en las áreas con cobertura vegetal.

Cuadro 16. Temperatura en época de estiaje.

temperaturas en época de estiaje						
profundidad	con cobertura			sin cobertura		
	inicio	centro	final	inicio	centro	final
0 cm	31	31	31	45	45	45
10 cm	30	30	30	44	44	44
20 cm	30	30	30	44	44	44
30 cm	29	29	29	44	44	44
40 cm	29	29	29	43	43	43

Fuente: Elaborado con base datos del Anexo I, cuadro 31 y 32.

3.1.4 producción de materia fresca y seca

ANVA DE MATERIA FRESCA (t/ha)

En el Cuadro 17 se observa la prueba de rango post hoc que identifica los subconjuntos homogéneos de medias que no se diferencian entre sí, lo cual nos demuestra que no existe mucha diferencia entre los tratamientos B y C en cuanto al tratamiento A que es nula la sobrevivencia y por ende la producción de materia fresca.

Cuadro 17. Materia fresca en t/ha DHS de Tukey

Tipo de Sustrato	N	Subconjunto	
		1	2
A	7	,0000	
B	7		10,2943
C	7		13,8457
Sig.		1,000	,579

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 42,413.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7,000

b. Alfa = 0,05.

En el cuadro 18 podemos observar que si existe mucha diferencia en la producción de materia fresca en todas las especies, más aun en la *Crotalaria pallida* que fue la que presenta los mejores resultados en ambos tratamientos.

Cuadro 18. Materia fresca en t/ha DHS de Tukey

Especies Flora	N	Subconjunto	
		1	2
E7	3	,7800	
E6	3	,9333	
E1	3	4,8733	4,8733
E5	3	5,0667	5,0667
E2	3	9,4667	9,4667
E4	3	14,4933	14,4933
E3	3		20,7133
Sig.		,215	,116

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 42,413.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000

b. Alfa = 0,05.

En la fig 18 podemos observar de manera gráfica la gran diferencia que existe en la producción de biomasa de las especies en los diferentes tratamientos, asimismo conocer cuál es su influencia.

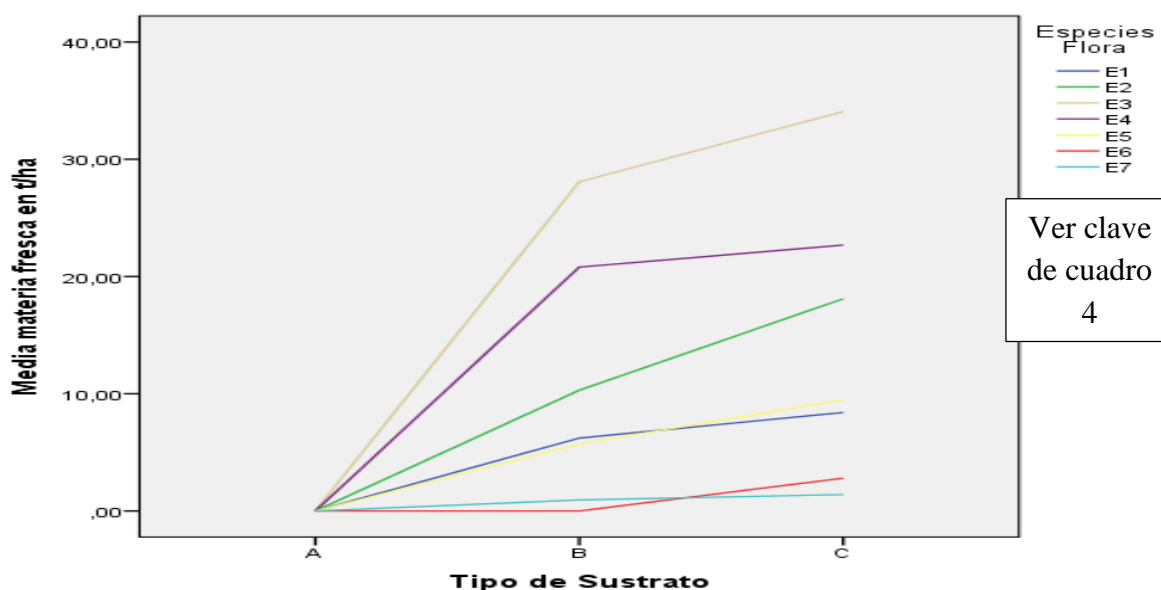


Fig 18. Influencia de tratamiento en biomasa (materia fresca)

La estimación de materia fresca y seca es muy importante para conocer la cantidad de producción de cada especie. Los resultados demuestran que la especie *Crotalaria pallida* en el tratamiento C tuvo una producción de 34,06 t/ha de materia fresca, la segunda especie con mayor producción es la *Indigofera suffruticosa*, y la de menor producción es la especie *Leucaena leucocephala* con una t/ha como se puede observar en el cuadro 19. Estos resultados son similares a los reportados por Ramírez (1963) respecto a la producción de materia fresca y seca, se encontraron diferencias significativas y altamente significativas respectivamente, entre leguminosas. *Canavalia ensiformis* presentó mayor producción de materia fresca y seca, seguida de *Crotalaria juncea* y la menor cantidad producida la obtuvo *Phaseolus lunatus*. Así mismo los resultados son muy diferentes en comparación a los reportados por Ríos y Riobo (1999) quienes indican que las *Crotalarias* aportan al suelo por hectárea de 41 a 252 kg de N, 2 a 25 kg de P, 36 a 102 kg de K, 2 a 103 kg de Ca y 2 a 23 kg de Mg; los Caupíes aportan al suelo por hectárea de 31 a 326 kg de N, de 5 a 22 kg de P, de 46 a 293 kg de K, de 7 a 67 kg de Ca y de 5 a 38 kg de Mg; *Canavalia ensiformis* aporta al suelo oxisol por hectárea 177 kg de N, 16 kg de P, 107 kg de K, 9 kg de Ca y 8 kg de Mg; las leguminosas *C. juncea*, *C. retusa*, *Caupí calamari*, *Caupí llanura*, *Caupí L-590*, *Caupí L-520* y *Mucuna deeringianum* pueden ser utilizadas como cobertura del suelo, ya que presentan una relación carbono/nitrógeno alta; las leguminosas que pueden ser usadas en

alimentación animal son los cuatro materiales de *Caupí*, la *Cannavalia*, la *Mucuma* y las *Crotalarias ochroleuca* y *anagyroides*; las especies con buen desarrollo radicular y que pueden ser utilizadas como cinceles biológicos en suelos ácidos son *C. retusa*, *C. spectabilis*, *C. pallida*, *Caupí llanura*, *Caupí calamari* y *Caupí L-590*.

Cuadro 19. Peso fresco por especie y tratamiento.

Trat/sp	Especie	Pf - kg/m ²	Pf - t/ha
B1	<i>Crotalaria incana</i>	0,622	6,22
B2	<i>Crotalaria cajanifolia</i>	1,03	10,3
B3	<i>Crotalaria pallida</i>	2,808	28,08
B4	<i>Indigofera suffruticosa</i>	2,08	20,8
B5	<i>Ochroma pyramidale</i>	0,572	5,72
B7	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,094	0,94
C1	<i>Crotalaria incana</i>	0,840	8,4
C2	<i>Crotalaria cajanifolia</i>	1,810	18,1
C3	<i>Crotalaria pallida</i>	3,406	34,06
C4	<i>Indigofera suffruticosa</i>	2,268	22,68
C5	<i>Ochroma pyramidale</i>	0,948	9,48
C6	<i>Ricinus communis</i>	0,280	2,8
C7	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,140	1,4

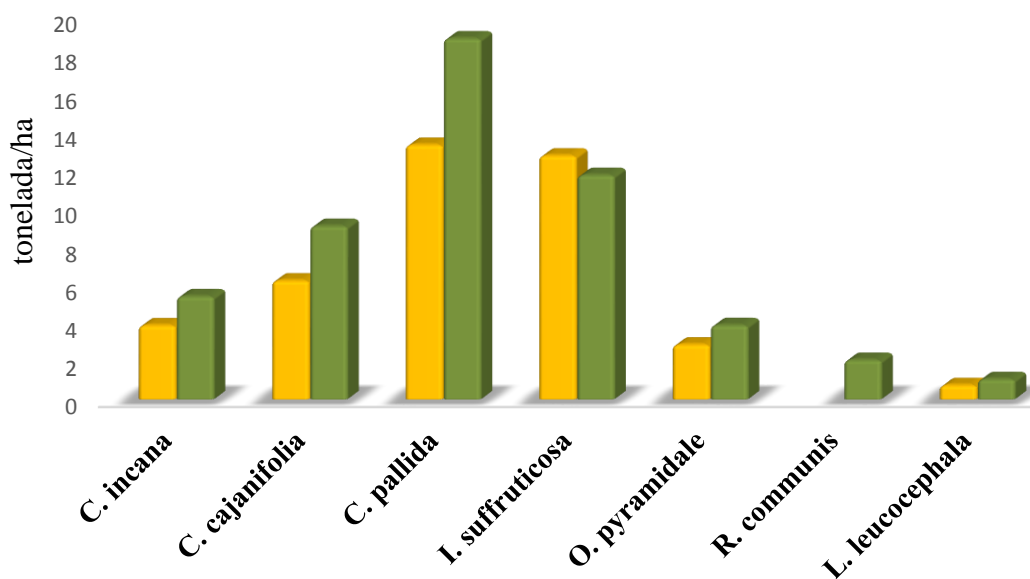


Fig 19. Producción de materia fresca en t/ha.

El peso constante se logró a los 12 días, al final de la evaluación se puede determinar que existe una pérdida del 40% hasta el 60% de humedad aproximadamente en diferentes especies.

ANVA DE MATERIA SECA (t/ha)

En el cuadro 20 logramos determinar que al menos dos de los tres tratamientos tienen resultados diferentes muy significativos, asimismo en las especies respecto a sus medias donde aceptamos la H_1 .

Cuadro 20. Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Materia Seca en t/ha

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	670,553 ^a	8	83,819	9,818	,000
Intersección tratamiento	573,052	1	573,052	67,125	,000
Bloques	84,675	2	42,338	4,959	,027
Error	585,878	6	97,646	11,438	,000
Total	102,445	12	8,537		
Total corregida	1346,050	21			
	772,998	20			

a. R cuadrado = 0,867 (R cuadrado corregida = 0,779)

En el Cuadro 21 se observa la prueba de rango post hoc que nos indica que existe mucha diferencia entre los tratamientos A y C en cuanto a la producción de materia seca.

Cuadro 21. DHS de Tukey

Tipo de Sustrato	N	Subconjunto	
		1	2
A	7	2,5714	
B	7	5,6714	5,6714
C	7		7,4286
Sig.		,158	,518

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 8,537.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7,000

b. Alfa = 0,05.

En el cuadro 22 podemos observar que no existe mucha diferencia en cuanto a la producción de materia seca en seis especies, sin embargo logramos confirmar que la especie *Crotalaria pallida* es la que mayor materia seca ha producido.

Cuadro 22. DHS de Tukey

Especies Flora	N	Subconjunto	
		1	2
E7	3	,6000	
E6	3	,7000	
E5	3	2,2667	
E1	3	3,1000	
E2	3	5,0667	
E4	3	8,1333	
E3	3		16,7000
Sig.		,088	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 8,537.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000

b. Alfa = 0,05.

En la fig 20 podemos observar la gran diferencia de producción de necromasa de las especies en los diferentes tratamientos, como se logra observar las especies en el tratamiento (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel lograron mejores resultados resaltando las especies *Crotalaria pallida* y *Indigofera suffruticosa*.

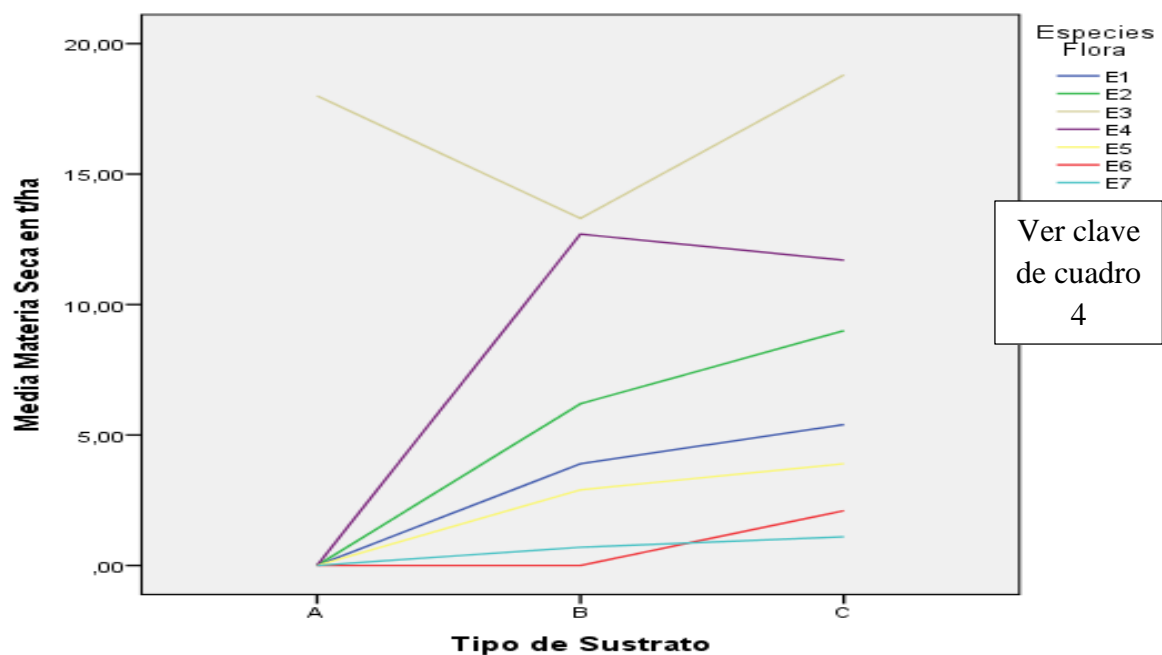


Fig 20. Producción de necromasa por tratamiento y especie.

El cuadro 23 nos muestra los resultados obtenidos por especie y tratamiento, donde podemos concluir que la especie *Crotalaria pallida* tanto en el tratamiento B como en el C es la que llega a producir mayor cantidad de materia seca, así mismo la especie *Leucaena leucocephala* es la que obtuvo menor producción.

Cuadro 23. Peso seco por especie y tratamiento.

Trat/sp	Especie	Ps - kg/m ²	Ps - t/ha
B1	<i>Crotalaria incana</i>	0,385	3,85
B2	<i>Crotalaria cajanifolia</i>	0,618	6,18
B3	<i>Crotalaria pallida</i>	1,327	13,27
B4	<i>Indigofera suffruticosa</i>	1,271	12,71
B5	<i>Ochroma pyramidale</i>	0,285	2,85
B7	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,074	0,74
C1	<i>Crotalaria incana</i>	0,536	5,36
C2	<i>Crotalaria cajanifolia</i>	0,903	9,03
C3	<i>Crotalaria pallida</i>	1,883	18,83
C4	<i>Indigofera suffruticosa</i>	1,169	11,69
C5	<i>Ochroma pyramidale</i>	0,386	3,86
C6	<i>Ricinus communis</i>	0,205	2,05
C7	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,105	1,05

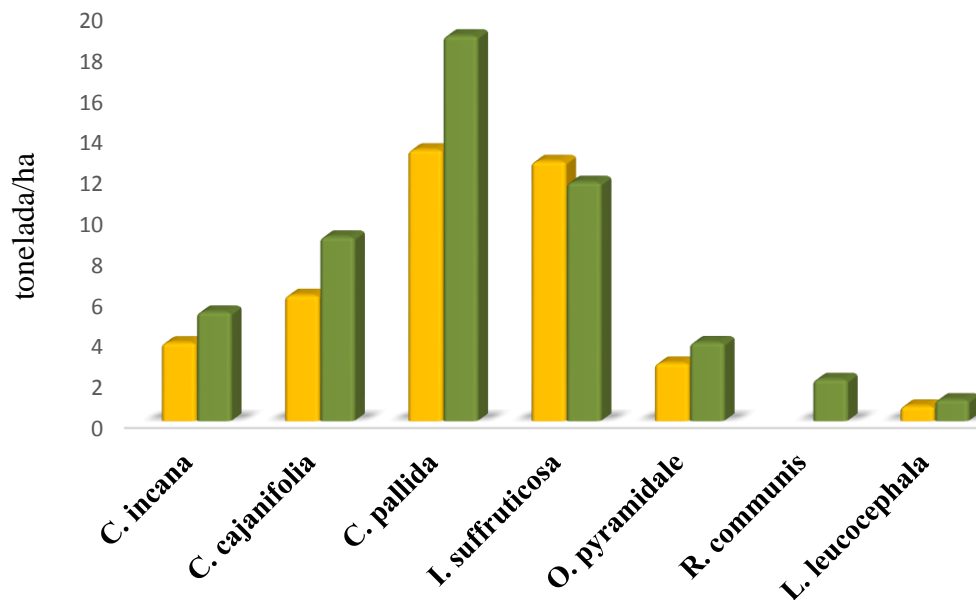


Fig 21 Producción de materia seca t/ha.

En la figura 21 podemos observar claramente la gran diferencia que existe en la producción de materia seca entre las especies, podemos ver que la especie *Ricinus communis* no tuvo producción en el tratamiento B, esto nos demuestra que la especie es muy exigente en cuanto a los nutrimentos del suelo y que no soporta factores ambientales como temperaturas altas ni suelos pobres.

3.1.5 Estimación del mejor modelo de siembra

La estimación del mejor modelo de siembra se determinó mediante la elaboración del cuadro 24 donde muestra todos los resultados de las variables, es así que la especie *Crotalaria pallida* logro los mejores resultados en el TC, esto quiere decir que es la especie y el mejor tratamiento, la otra especie con buenos resultados es la especie *Indigofera suffruticosa* y así sucesivamente podemos observar los resultados de cada especie y tratamiento.

Cuadro 24. Estimación del mejor modelo de siembra.

Especie	Tratamiento	% Sobrevivencia	Desarrollo		Biomasa		Puntuación
			Diámetro	Altura	Peso fresco	Peso seco	
<i>Crotalaria incana</i>	A	0	1	1	0	0	2
	B	1	2	3	1	1	8
	C	4	2	4	2	2	14
<i>Crotalaria cajanifolia</i>	A	0	1	1	0	0	2
	B	2	5	5	2	2	16
	C	4	5	5	3	3	20
<i>Crotalaria pallida</i>	A	2	5	1	0	0	8
	B	5	4	5	5	4	23
	C	5	4	5	5	5	24
<i>Indigofera suffruticosa</i>	A	0	0	0	0	0	0
	B	5	2	4	3	4	18
	C	5	3	4	4	3	19
<i>Ochroma pyramidale</i>	A	0	0	0	0	0	0
	B	4	2	2	1	1	10
	C	4	4	2	2	1	13
<i>Ricinus communis</i>	A	0	0	0	0	0	0
	B	0	0	0	0	0	0
	C	4	3	1	1	1	10
<i>Leucaena leucocephala</i>	A	0	0	0	0	0	0
	B	2	1	1	1	1	6
	C	3	1	1	1	1	7

Fuente: Elaborado con base de datos del Anexo I, cuadro 33 y 34.

CONCLUSIONES

Los suelos degradados por la minería y los factores ambientales como las altas temperaturas alteran en gran medida la sobrevivencia, crecimiento y producción de materia fresca y seca, sin embargo la aplicación de ciertos sustratos hacen posible su sobrevivencia, donde se rechazaría la hipótesis general donde se plantea que el enriquecimiento de suelo degradado por la minería aurífera aluvial no afectara significativamente la sobrevivencia, desarrollo y producción de materia seca, en especies pioneras.

La especie con el mejor porcentaje de sobrevivencia en los tres diferentes tratamientos es la *Crotalaria pallida* con 18% en la parcela testigo, así mismo la *Indigofera suffruticosa* con un 85% de sobrevivencia en el (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel. En lo que concierne al desarrollo en altura la especie *Crotalaria cajanifolia* tuvo una altura total de 104 cm y un diámetro de dos cm en el (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel, en este caso se acepta la hipótesis alterna.

En el caso de la evaluación de temperatura, se acepta la hipótesis alterna debido a que esta demuestra que las unidades muestrales que presentaban una cobertura vegetal, presentaron menores temperaturas que el área libre tanto en época de invierno y de estiaje, tal es así que en época de invierno las áreas coberturadas presentaron 9°C de temperatura menor que un área libre, y en época de estiaje una temperatura menor de hasta 14°C.

En la producción de materia fresca y seca se acepta la hipótesis alterna, debido a que la especie *Crotalaria pallida* produjo 34,06 t/ha de materia fresca y 18,83 t/ha de materia seca en el (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel, así mismo en el (TB) Aserrín descompuesto y guano de isla la misma especie presento excelentes resultados. Finalmente en la evaluación del mejor modelo de siembra, se acepta la hipótesis alterna debido a que el (TC) Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel que presenta aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel presentaron resultados muy significativos en casi todas las variable y especies.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más investigaciones con diferentes metodologías con las mismas especies y otras en las áreas degradadas por la minería específicamente por el área de estudio, debido a que existe actualmente una necesidad impostergable de recuperar todas estas áreas degradadas.

Para proyectos de recuperación de áreas degradadas por la actividad minera aluvial, se recomienda el uso de las especies *Crotalaria cajanifolia* y *Crotalaria pallida* por haber logrado tener un buen porcentaje de sobrevivencia, producción de materia fresca y seca en los tratamientos Aserrín descompuesto y guano de isla (TB), y Aserrín descompuesto, guano de isla, suelo orgánico e hidrogel (TC) considerando también el bajo costo que tienen los mencionados sustratos.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral (AIDER) (2011), Reducción de la deforestación y degradación en la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene del ámbito de la región Madre de Dios – Perú.
- Cancino, J. M. (1959). Importancia de la fracción orgánica del guano de la isla.
- Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa, A. y Lopetegui, J. (2007). Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. Manejo del pastoreo. Imprenta América, Osorno, Chile.
- Dañobeytia, R. (2011). Plantaciones experimentales de restauración ecológica en la Selva Lacandona (Chiapas, México).
- Días, E. (1995). Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. Departamento de Solos, Universidad Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa (MG), Brasil.
- Escobar, J. L., García, D. M., Zaldivar, D., y Katime, I. (2002). Hidrogeles. Principales características en el diseño de sistemas de liberación controlada de fármacos. Revista Iberoamericana, 3, 3.
- Fernández L. (2013). Mercurio en Madre de Dios: Concentraciones de mercurio en peces y seres humanos en Puerto Maldonado. Carnegie Amazon Mercury Ecosystem Project. Research Brief.
- Garate JS. (2011). Diez años del proyecto piloto de revegetación de áreas degradadas por minería aluvial en el Distrito de Huepetuhe, Madre de Dios. Biodiversidad Amazónica 3:54-64.
- Gates, D.M. (1980). Biophysical Ecology. Springer-Verlag, New-York.
- Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD) y Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), (2009). Macrozonificación Ecológica Económica DE Madre de Dios.
- Gómez-Sosa, E. (2000). Las especies argentinas de *Crotalaria* (Leguminosae-Crotalarieae): novedades, descripciones y clave. Gayana. Botánica, 57(1), 67-87.
- Grime, J. P. (1989). Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación (No. 581.5 G755.). Limusa.
- Hsiao, T, Acevedo, E, Fereres, E y Henderson D. 1976. Water stress, growth, and osmotic adjustment. Philos. Trans. R. Soc London, B 479-500.

- Ibarra Azorza, F y Michi Quijano, A. (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"
- Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) y Consorcio Madre de Dios. (2013). Cifras de la minería aurífera en el Perú. Madre de Dios, el aporte de la minería ilegal. Perú.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) (2002). Propuesta de zonificación ecológica económica de la región Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.
- Martínez-Garza, C., Bongers, F., Poorter, L., (2013). Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures. *Forest Ecology and Management*.
- Martínez-Fernández, J., Fitz, C., Esteve-Selma, M. A., Guaita, N., y Martínez-López, J. (2014). Modelización del efecto de los cambios de uso sobre los flujos de nutrientes en cuencas agrícolas costeras: el caso del Mar Menor (Sudeste de España). *Revista Ecosistemas*, 22(3), 84-94.
- Mataix, C. (1999). Selección de Especies Vegetales y Técnicas de Implantación. En: *Manual de estabilización y revegetación de taludes*: Madrid. (López, J., ed.)pp. 595-633. Madrid.
- McGrath, D., M.L. Duryea y W.P. Cropper (2001). Soil phosphorus availability and fine root proliferation in Amazonian agroforests 6 years following forest conversion. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83.
- Midmore, D. J. (1988). Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. Centro Internacional de la Papa.
- Mosquera, C., Chávez, M.L., Pachas, V.H., Moschella, P., (2009). Estudio diagnóstico de la minería artesanal en Madre de Dios. Fundación Conservación Internacional, Miraflores, Lima.
- Ortiz, V. B. (1979). Fertilidad de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Pachas, V. (2013). Conflictos sociales en Madre de Dios: El caso de la minería en pequeña escala de oro y la ilegalidad. Perú.
- Ramírez, R. (1963). Comportamiento de tres abonos verdes y su efecto en el rendimiento del maíz. *Agronomía Tropical*. XXII.(1): 3-17.
- Ramos, O. V. H., Castro, N. S., López, S. J. A., Briones, E. F., y Huerta, A. J. (2009). Impacto del estrés hídrico y la temperatura alta sobre plantas cultivadas: el caso del maíz

(*Zea mays*L.) en Tamaulipas. Revista Digital Universitaria. Universidad Autónoma de Tamaulipas. URL: <http://www.turevista.uat.edu.mx>.

- Reino, J; Sánchez, J et al. (2011). Efecto combinado de la escarificación y la temperatura en la germinación de semillas de leguminosas herbáceas.
- Reynel, C., Pennington, R. T., Pennington, T. D., Flores, C., y Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Lima.
- Ríos, N., y GE Bernal Riobo, J. H. (1999). Caracterización de leguminosas como abono verde para los sistemas de producción del Piedemonte Llanero y Altillanura Plana Colombiana (No. Doc. 19601) CO-BAC, Bogotá).
- Rivera-Cruz, M. D. C. (2004). Estudio de toxicidad vegetal en suelos con petróleos nuevo e intemperizado. *Interciencia*, 29(7), 369-376.
- México. Ecología Aplicada, Pg. 6(1-2), 1-8.
- Sánchez, J.V. (1995) Fertilidad de los suelos y nutrición mineral de plantas.
- Sánchez, B., Ruiz, M., y Ríos, M. M. (2005). Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud en la cuenca del río Maracay, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 55(4), 507-534.
- Vázquez, L., Castelán, E., Rivera C., Ortiz C., y Izquierdo, F. (2010). *Crotalaria incana* L. y *Leucaena leucocephala* Lam. (LEGUMINOSAE): Especies indicadoras de toxicidad por hidrocarburos de petróleo en el suelo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 26(3), 183-191.
- Velázquez, M. A., Ortega, M., Martínez, A., Kohashi, J., y García, N. (2002). Relación funcional PSI-RAS en las aguas residuales y suelos del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Terra Latinoamericana*, 20(4).
- Yamamoto, j. p. y. j. p., y castro, m. b. c. m. b. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad mayor prioridad.

ANEXOS

ANEXO 01: CUADROS ESTADÍSTICOS DE RESULTADOS

Cuadro 25. Cantidad de semillas sembradas por especie y tratamiento.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		C. incana	C. pallida	C. cajanifolia	I. suffruticosa	O. pyramidalis	R. communis	L. leucocephala
A	1	100	100	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100	100	100
	3	100	100	100	100	100	100	100
B	1	100	100	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100	100	100
	3	100	100	100	100	100	100	100
C	1	100	100	100	100	100	100	100
	2	100	100	100	100	100	100	100
	3	100	100	100	100	100	100	100
total	1	300	300	300	300	300	300	300
	2	300	300	300	300	300	300	300
	3	300	300	300	300	300	300	300

Cuadro 26. Cantidad total de plántulas vivas en la primera evaluación.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		C. incana	C. pallida	C. cajanifolia	I. suffruticosa	O. pyramidalis	R. communis	L. leucocephala
A	1	10	7	36	26	1	6	0
	2	21	71	46	51	36	3	27
	3	17	70	62	44	23	1	11
B	1	0	0	43	0	0	8	0
	2	25	69	59	100	25	9	44
	3	13	19	47	100	40	0	24
C	1	1	4	45	2	0	0	12
	2	36	57	57	41	27	2	25
	3	14	33	51	51	21	1	20
total	1	11	11	124	28	1	14	12
	2	82	197	162	192	88	14	96
	3	44	122	160	195	84	2	55

Cuadro 27. Cantidad total de plántulas vivas en la última evaluación.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		C. incana	C. pallida	C. cajanifolia	I. suffruticosa	O. pyramidal	R. communis	L. leucocephala
A	1							
	2		18	38	35	25		
	3	7	6	62	32	20	1	6
B	1			23				
	2	2	13	38	93	17		9
	3	10	11	27	98	15		
C	1							
	2	11	12	54	22	16		17
	3	12	29	33	43	14	1	11
total	1	0	0	23	0	0	0	0
	2	13	43	130	150	58	0	26
	3	29	46	122	173	49	2	17

Cuadro 28. Porcentaje de sobrevivencia de las especies por bloque y tratamiento.

Bloque	Tratamiento	Especie						
		1	2	3	4	5	6	7
		C. incana	C. pallida	C. cajanifolia	I. suffruticosa	O. pyramidal	R. communis	L. leucocephala
A	1							
	2		25	83	69	69		
	3	41	9	100	73	87	100	55
B	1			53				
	2	8	19	64	93	68		20
	3	76.9	58	57	98	38		
C	1							
	2	31	21	95	54	59		68
	3	86	88	65	84	67	100	55
total	1	0	0	18	0	0	0	0
	2	13	22	81	72	65	0	29
	3	68	52	74	85	64	67	37

Temperaturas en época de invierno y estiaje

Cuadro 29. Temperaturas en época de invierno en área con cobertura.

Temperaturas en época de invierno (con cobertura)									
profundidad	bloque A			bloque B			bloque C		
	inicio	centro	final	inicio	centro	final	inicio	centro	final
0 cm	26.5	26.6	26.55	27.2	26.6	26.75	27.2	27.25	26.5
10 cm	27.75	28.15	27.85	28.5	27.5	27.95	28.15	28.2	27.8
20 cm	27.35	27.45	27.65	28.05	27.1	27.85	27.95	28	27.75
30 cm	26.8	27.05	27.3	27.2	26.7	27.2	27.65	27.6	27.45
40 cm	26.65	26.85	27.25	27.1	26.65	26.7	27.3	27.5	27.2

Cuadro 30. Temperaturas en época de invierno en área sin cobertura.

Temperaturas en época de invierno (sin cobertura)									
profundidad	bloque A			bloque B			bloque C		
	final	centro	inicio	final	centro	inicio	final	centro	inicio
0 cm	35.43	35.4	35.76	35.48	35.26	35.34	35.69	35.48	35.9
10 cm	36.47	36.28	36.48	36.85	36.28	36.84	36.59	36.7	37.3
20 cm	36.25	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15
30 cm	36	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15	36.15
40 cm	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Cuadro 31. Temperaturas en época de estiaje en área con cobertura.

Temperaturas en época de estiaje (con cobertura)									
profundidad	bloque A			bloque B			bloque C		
	final	centro	inicio	final	centro	inicio	final	centro	inicio
0 cm	31	31	31	31	31	31	31	31	31
10 cm	30	30	30	30	30	30	30	30	30
20 cm	30	30	30	30	30	30	30	30	30
30 cm	29	29	29	29	29	29	29	29	29
40 cm	29	29	29	29	29	29	29	29	29

Cuadro 32. Temperaturas en época de estiaje en área sin cobertura.

Temperaturas en época de estiaje (sin cobertura)									
profundidad	bloque A			bloque B			bloque C		
	final	centro	inicio	final	centro	inicio	final	centro	inicio
0 cm	45	45	45	45	45	45	45	45	45
10 cm	44	44	44	44	44	44	44	44	44
20 cm	44	44	44	44	44	44	44	44	44
30 cm	44	44	44	44	44	44	44	44	44
40 cm	43	43	43	43	43	43	43	43	43

Cuadro 33. Resultados de todas las variables.

Especie	Tratamiento	% Sobrevivencia	Desarrollo		Biomasa	
			Diámetro cm	Altura cm	Peso fresco t/ha	Peso seco t/ha
<i>Crotalaria incana</i>	A	0	0,10	1	0	0
	B	13	0,70	60	6,22	3,85
	C	68	0,70	67	8,4	5,36
<i>Crotalaria cajanifolia</i>	A	0	0,20	2	0	0
	B	22	1,80	96	10,3	6,18
	C	52	2,00	104	18,1	9,03
<i>Crotalaria pallida</i>	A	18	0,20	5	0	0
	B	81	1,10	88	28,08	13,27
	C	74	1,60	92	34,06	18,83
<i>Indigofera suffruticosa</i>	A	0	0,00	0	0	0
	B	72	0,80	66	20,8	12,71
	C	85	1,20	83	22,68	11,69
<i>Ochroma pyramidale</i>	A	0	0,00	0	0	0
	B	65	0,60	23	5,72	2,85
	C	64	1,60	22	9,48	3,86
<i>Ricinus communis</i>	A	0	0,00	0	0	0
	B	0	0,00	0	0	0
	C	67	1,00	18	2,8	2,05
<i>Leucaena leucocephala</i>	A	0	0,00	0	0	0
	B	29	0,40	19	0,94	0,74
	C	37	0,40	21	1,4	1,05

Cuadro 34. Escala de medición por tipo de variable.

Escala de medición					
Categoría	%	Desarrollo		Biomasa	
	Sobrevivencia	Diámetro	Altura	Peso fresco	Peso seco
	Rango %	Rango mm	Rango cm	Rango t/ha	Rango t/ha
1	0-17	0-4	0-21	0-7	0-4
2	18-34	5-8	22-42	8-14	5-8
3	35-51	9-12	43-62	15-20	9-11
4	52-68	13-16	63-83	21-27	12-15
5	69-85	17-20	84-104	28-34	16-18

ANEXO 02: FOTOGRAFÍAS DE INVESTIGACIÓN



Fig 22. Plántula de *Crotalaria incana*, en etapa productiva de su fruto, los frutos ya se encuentran secos.



Fig 23. Floración de *Crotalaria pallida*, con algunos frutos.



Fig 24. Plántulas de *Crotalaria cajanifolia* en el tratamiento B.



Fig 25. Plántula de *Indigofera suffruticosa*, en etapa reproductiva de su flor y frutos, podemos ver algunos insectos.



Fig 26. Plántulas de *Leucaena leucocephala* en el tratamiento B.



Fig 27. Plántulas de *Ochroma pyramidale* en el tratamiento B.



Fig 28. Plántulas de *Ricinus communis*.


Laboratorio de Química Agrícola
 ENTREGADO POR EL INSTITUTO TECNOLÓGICO VALLE GRANDE

SOLICITANTE : INST. DE INVEST. DE LA AMAZONIA PERUANA ANÁLISIS Nº : 740-015-2014
 PREDIO : SECTOR: LA PAMPA KM 104 LUGAR : MADRE DE DIOS
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE RECEP. : 22/07/2014

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACION
 MUESTRA : MUESTRA Nro: 01. (0 - 40 cm)

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD
Textura		
Arena	89.71	%
Limo	4.47	%
Arcilla	5.82	%
Clase Textural	ARENA	
Carbonato de Calcio	< 0.01	%
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.14	dS / m
pH (1/1) a T = 21.7 °C	4.71	
Fósforo Disponible	25.07	ppm.
Materia Orgánica	0.03	%
Potasio Disponible	14.80	ppm.
Cationes Cambiables		
Calcio	0.19	mEq / 100 g
Magnesio	0.10	mEq / 100 g
Sodio	0.05	mEq / 100 g
Potasio	0.03	mEq / 100 g
Aluminio + Hidrogeno	0.77	mEq / 100 g
P.A.I.	60.81	%
C.I.C.E	1.15	meq/100 g

ABRIL
 E.S Extracto de Saturación.
 (1/1) Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
 P.A.I Porcentaje de Ácidos Intercambiables.
 C.I.C.E Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.
 % Masa / Masa.
 ppm mg / Kg.





 M.Sc. JULIO CÉSAR CASTRO LAZO
 JEFE DEL LABORATORIO

Fig 29. Analisis de suelo del area de estudio.



Fig 30. Primera evaluación en el tratamiento C.



Fig 31. Presencia de micorrizas en las raíces de la *Crotalaria*.