



UNAP



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES CON
MENCIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL**

TESIS

**SERVICIOS AMBIENTALES DEL *Styrolobium deeringianum* (MUCUNA)
EVALUADO EN CUATRO TIEMPOS DE CORTE EN ZUNGAROCCHA
IQUITOS 2019**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS Y
TECNOLOGÍAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN QUÍMICA
AMBIENTAL**

PRESENTADO POR: GINO PAOLO ACOSTA NUNES

ASESOR: ING. AGRON. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES CON
MENCIÓN EN QUÍMICA AMBIENTAL**

TESIS

**SERVICIOS AMBIENTALES DEL *Styrolobium deeringianum* (MUCUNA)
EVALUADO EN CUATRO TIEMPOS DE CORTE EN ZUNGAROCOCHA
IQUITOS 2019**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS Y
TECNOLOGÍAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN QUÍMICA
AMBIENTAL**

PRESENTADO POR: GINO PAOLO ACOSTA NUNES

ASESOR: ING. AGRON. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP

Escuela de Postgrado
"Oficina de Asuntos
Académicos"



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N°043-2024-OAA-EPG-UNAP

En Iquitos en la Escuela de Postgrado (EPG) de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) a los veintiseis días del mes de marzo de 2024 a las 10:00 a.m., se dió inicio a la sustentación de la tesis denominada "**SERVICIOS AMBIENTALES DEL *Stylobium deeringianum* (MUCUNA) EVALUADO EN CUATRO TIEMPOS DE CORTE EN ZUNGAROCOCHA IQUITOS 2019**", aprobado con Resolución Directoral N°0508-2024-EPG-UNAP, presentado por el egresado **GINO PAOLO ACOSTA NUNES**, para optar el **Grado Académico de Maestro en Ciencias y Tecnologías Ambientales con Mención en Química Ambiental**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y el Estatuto de la UNAP.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°0369-2022-EPG-UNAP, esta conformado por los profesionales siguientes:

Ing. Quim. Maritza Echevarría Ordoñez de Araujo, Dra.	(Presidenta)
Ing. Quim. Kosseth Marianella Bardales Grandez, Dra.	(Miembro)
Ing. Quim. Daniel Diomedes Carrasco Montañez, MSc.	(Miembro)

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron respondidas: Satisfactoriamente

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:

La sustentación pública y la tesis ha sido: Aprobada con calificación Buena.

A continuación, la Presidenta del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 11:10am del veintiseis de marzo de 2024; con lo cual, se le declara al sustentante Apto, para recibir **Grado Académico de Maestro en Ciencias y Tecnologías Ambientales con Mención en Química Ambiental**.

Ing. Quim. Maritza Echevarría Ordoñez de Araujo, Dra.
Presidenta

Ing. Quim. Kosseth Marianella Bardales Grandez, Dra.
Miembro

Ing. Quim. Daniel Diomedes Carrasco Montañez, MSc
Miembro

Ing. Agron. Rafael Chávez Vásquez, Dr.
Asesor

Somos la Universidad licenciada más importante de la Amazonía del Perú, rumbo a la acreditación

Calle Los Rosales cuadra 5 s/n, San Juan Bautista, Maynas, Perú
Celular: 953 664 439 - 956 875 744
Correo electrónico: postgrado@unapiquitos.edu.pe www.unapiquitos.edu.pe



TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL 26 DE MARZO DE 2024, EN LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.



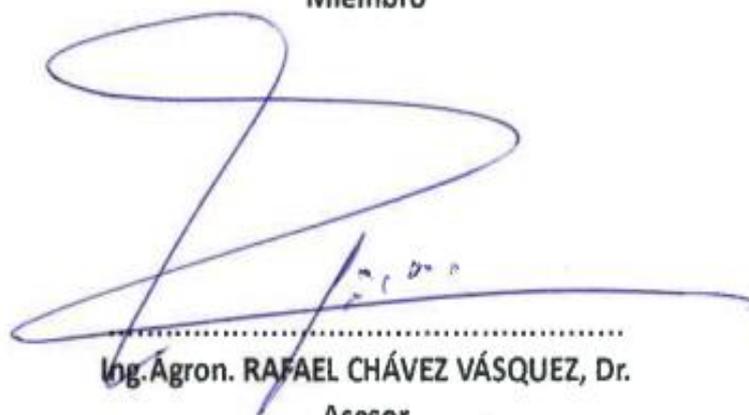
.....
Ing.Quim. MARITZA ECHEVARRIA ORDOÑEZ DE ARAUJO, Dra.
Presidenta



.....
Ing.Quim. KOSSETH MARIANELLA BARDALES GRANDEZ, Dra.
Miembro



.....
Ing.Quim. DANIEL DIOMEDES CARRASCO MONTAÑEZ, MSc.
Miembro



.....
Ing. Agron. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, Dr.
Asesor

Nombre del usuario:
Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

Fecha de comprobación:
15.02.2022 11:53:26 CST

Fecha del Informe:
15.02.2022 11:57:18 CST

ID de Comprobación:
61287365

Tipo de comprobación:
Doc vs Internet

ID de Usuario:
Ocultado por Ajustes de Privacidad

Nombre de archivo: **TESIS ANTIPLAGIO GINO PAOLO segunda revision**

Recuento de páginas: **33** Recuento de palabras: **7207** Recuento de caracteres: **41940** Tamaño de archivo: **273.18 KB** ID de archivo: **72258314**

18.5% de Coincidencias

La coincidencia más alta: **4.38%** con la fuente de Internet (<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5422/M..>)

18.5% Fuentes de Internet

943

?

Página 35

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

4.84% de Citas

Citas

5

Página 36

No se han encontrado referencias

0% de Exclusiones

No hay exclusiones

A mi esposa e hijos, que me han apoyado en todo momento y motivaron para seguir con mis objetivos y terminar con mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Rafael Chávez Vásquez Dr., mi más profundo agradecimiento por su paciencia y orientación durante el tiempo que dedicó al asesoramiento del presente estudio de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Resultado del informe de similitud	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de contenidos	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Bases teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	18
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	22
2.1. Variables y su operacionalización	22
2.2. Formulación de la hipótesis	23
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo y diseño de la investigación	24
3.2. Población y muestra	24
3.3. Técnicas e instrumentos	24
3.4. Procesamiento de recolección de datos	26
3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos	27
3.6. Aspectos éticos	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	29
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
CAPÍTULO VI. PROPUESTA	41
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	44
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	45
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

ANEXOS

1. Matriz de Consistencia
2. Tabla de Operacionalización de las variables
3. Instrumentos de recolección de datos
4. Consentimiento informado
5. Análisis de suelos
6. Estadísticos descriptivos de las edades de corte
7. Prueba de normalidad de errores del modelo (RED)
8. Prueba de homogeneidad de variancias (RE Y PRED)
9. Fotos de campo

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N° 1. Análisis de Variancia para Materia verde (kg/m ²)	29
Tabla N° 2. Prueba de Tuckey para peso promedio Materia verde Alfa=0.05 DMS =0.58259	30
Tabla N° 3. Análisis de Variancia para Materia seca (%)	31
Tabla N° 4. Prueba de Tuckey para % Materia seca Alfa=0.05 DMS=1.73725	31
Tabla N° 5. Análisis de Variancia para Materia seca kg/m ²	32
Tabla N° 6. Prueba de Tuckey para Materia seca en kg/m ² Alfa=0.05 DMS=0.18141	33
Tabla N° 7. Análisis de Variancia para Materia seca (g) a 70°C.	34
Tabla N° 8. Prueba de Tuckey para Materia seca (g) a 70°C Alfa=0.05 DMS=4.34314	34
Tabla N° 9. Análisis de Variancia de Eficiencia Fotosintética (%)	35
Tabla N° 10. Prueba de Tuckey de Eficiencia Fotosintética en (%) Alfa=0.05 DMS= 0.18749	35
Tabla N° 11. Análisis de Variancia para Captura de Carbono Tn/Ha	36
Tabla N° 12. Prueba de Tuckey para Captura de Carbono Tn/Ha. Alfa=0.05 DMS= 0.70795	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura N° 1. Efectos de los tiempos de corte sobre las medias de materia verde en (kg/m ²).	30
Figura N° 2. Efecto del tiempo de corte sobre él % de Materia seca.	32
Figura N° 3. Efecto del tiempo de Corte sobre Materia seca en kg/m ²	33
Figura N° 4. Efecto del tiempo de Corte sobre Materia seca a 70°C	34
Figura N° 5. Efecto del tiempo corte sobre Eficiencia Fotosintética (%)	36
Figura N° 6. Efecto del Corte sobre Captura de Carbono en Tm/Ha.	37

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en el taller Agrostológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, ubicado en la comunidad Zungarococha, distrito San Juan Bautista, provincia Maynas, departamento Loreto, a 45 minutos de la ciudad de Iquitos. El objetivo fue: evaluar la cantidad de Carbono y la Eficiencia Fotosintética, que acumula durante el desarrollo vegetativo, del *Stylobium deeringianum* (Mucuna) evaluado al 3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, y buscó explicar y responder al problema identificado con la siguiente pregunta: ¿En qué medida las evaluaciones realizadas a la mucuna, tiene efecto en la Captura de Carbono y Eficiencia Fotosintética?. Para lograr los objetivos se empleó el diseño de: Bloques Completos al azar, con cuatro (4) tratamientos y tres (3) repeticiones. A lo mencionado se añadió la prueba de normalidad (Red) y de homogeneidad de varianzas (Red y Pred), que nos permitió determinar el nivel o grado de normalidad y homogeneidad de varianzas en los resultados que estuvieron dentro de los parámetros normales y esperados en el estudio. Posteriormente, se realizó los análisis estadísticos paramétricos y la prueba de significancia de medias, obteniéndose los siguientes resultados: existen significancia en la edad de corte, producción de materia verde (kg/m^2), materia seca (kg/m^2), y también en la eficiencia fotosintética y captura de carbono, siendo el corte al 6^{to} mes que ocupa el primer lugar en comparación con los demás tratamientos, con promedios de (4.47 kg/m^2), (0.99 kg/m^2), (1.05) y (3.80) respectivamente. En lo referido a la hipótesis planteada: esta se rechaza y se acepta la hipótesis de investigación Alternativa, dado que las evaluaciones realizadas según los tiempos de corte sí influenció significativamente en todas las variables estudiadas.

Palabras claves: *Stylobium deeringianum*, prueba de normalidad y homogeneidad, análisis paramétricos, edad de corte, hipótesis alternativa.

ABSTRACT

Was the work developed in the shop Agrostologico, located in Zungarococha to 45 minutes of the city of Iquitos, was the objective to evaluate the quantity of Carbon and the Efficiency Fotosintética that accumulates during its vegetative development the *Stylobium deeringianum* (Mucuna) evaluated at the 3er, 4to, 5to and 6to month, for what thinks about the problem that In what measure the evaluations carried out to the mucuna, does he/she have effect in the Capture of Carbon and Efficiency Fotosintética?, to achieve the objectives you employment the design of Complete Blocks at random, with four (4) treatments and three (3) repetitions. He/she was carried out the test of normality (Net) and of variancias homogeneity (Net and Pred), being normality and variancias homogeneity in the results, then he/she was carried out the parametric statistical analyses and the test of significancia of stockings, being obtained the following results; significancia exists in the court age, production of green matter, dry matter, efficiency Fotosintética and capture of carbon. Evaluated at 3er o'clock, 4to, 5to and 6to month in the shop Agrostologico. The court age also influences on the production of green matter (kg/m²), dry matter (kg/m²), efficiency Fotosintética and capture of carbon, being the cut to the 6to month that occupies the first place in comparison with the other treatments, with averages of (4.47 kg/m²), (0.99 kg/m²), (1.05) and (3.80) respectively. With respect to the outlined hypothesis this it is rejected and the Hypothesis of Alternating investigation is accepted, since the evaluations carried out according to the times of court if I influence significantly in all the studied variables.

Keywords: *Stylobium deeringianum*, test of normality and homogeneity, parametric analysis, court age, alternating hypothesis.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en nuestro país es considerada como una de las actividades que causa mucho daño al medio ambiente, por la gran deforestación que se realiza para la instalación de pastos forrajeros y esto se incrementa con la excreta del ganado que contiene metano, óxido nitroso y carbono, los cuales incrementan el daño al medio ambiente ⁽¹⁾.

Las prácticas de cultivo de especies forrajeras para la alimentación de ganado vacuno o bovino, causan efectos negativos al medio ambiente, debido a la forma tradicional que practican las personas dedicadas a la crianza de poligástricos, quienes siembran especies bajo el modelo tradicional de sistemas de monocultivos, modalidad de siembra que ha demostrado causar efectos negativos al ecosistema ⁽²⁾.

La temperatura y la disponibilidad de agua siguen siendo factores claves, ya que determinan el crecimiento de los cultivos y la productividad de los mismos ⁽³⁾.

A su vez, es conocido que el cambio climático viene causando impactos negativos sobre la producción agrícola, los cuales son diversos, severos y específicos según la ubicación geográfica.

El Efecto invernadero es un fenómeno que afecta negativamente a la población humana a nivel mundial y conforme pasa el tiempo, estos se van haciendo cada vez más peligrosos, para las poblaciones y ecosistemas que son alterados; por lo tanto, los sistemas de producción deben replantearse con la finalidad de que su instalación cause menor efecto negativo al medio ambiente ⁽³⁾.

En la actualidad, en nuestra región amazónica de selva baja, existe poca información sobre los beneficios de los servicios ambientales que brindan algunas fabáceas y específicamente de la *Mucuna (Styrolobium deeringianum)*, especie poco conocida y difundida en nuestra región, a pesar

de las grandes bondades que presenta para la alimentación de los animales, ya que puede ser usado como biomasa verde y/o también los granos que producen, que después de ser tostados y molidos, ser utilizados como insumo para la alimentación de los animales.

El presente trabajo de investigación planteo determinar la capacidad de acumulación de carbono y la eficiencia fotosintética de la Mucuna - *Stylobium deeringianum* -, durante su desarrollo vegetativo, evaluados en cuatro periodos predeterminados (3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes), que contribuyan a mitigar el cambio climático y colateralmente identificar sus potencialidades como forraje verde, pero saludable con el ambiente, para la alimentación animal (vacunos y bufalinos), investigación sembrado y evaluado en el Fundo Zungarococha de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, San Juan Bautista, Maynas. Loreto, Perú.

Por lo que nos planteamos el siguiente:

Problema:

¿En qué medida el desarrollo vegetativo del *Stylobium deeringianum* al 3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, tiene efecto en la eficiencia fotosintética y la captura de carbono en Zungarococha?,

Para ello nos establecimos como:

Objetivo General:

“Evaluar la cantidad de Carbono que acumula y la Eficiencia Fotosintética durante el desarrollo vegetativo del *Stylobium deeringianum* (Mucuna) evaluado al 3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, en Zungarococha”.

Objetivos Específicos:

- a. Determinar la Cantidad de Carbono que acumula el *Stylobium deeringianun* evaluado al 3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, en Zungarococha.
- b. Determinar la Eficiencia Fotosintética que acumula el *Stylobium deeringianun* evaluado al 3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, en Zungarococha.

- c. Determinar en cuál de los periodos de evaluación, es más eficiente en la captura de carbono y eficiencia fotosintética del *Stylobium deeringianum*.

Justificación:

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de identificar y conocer a profundidad las bondades y potencialidades de una nueva especie vegetal, introducida a la selva peruana, que se adaptó a las condiciones imperantes en ella, bosque húmedo tropical; de rápida regeneración y crecimiento, que reúna características deseables para aprovecharla como pasto verde en la alimentación de vacunos y bovinos, pero al mismo tiempo sea palatable, succulenta que provean agua al consumirlas, posea alto contenido de fibra y nutrientes en especial nitrógeno bajo la forma de proteínas digeribles fácilmente y al mismo tiempo que durante su desarrollo como planta, contribuya significativamente a capturar y acumular CO₂ en su estructura orgánica y procesos fisiológicos que desarrolle, y con ello contribuir a disminuir dicho gas en la atmosfera, ya que causa efecto invernadero y con ello participar en el cumplimiento de las metas y acuerdos internacionales, asumidos por el Perú, en disminuir la generación de gases de efecto invernadero que incrementan la temperatura de la atmosfera y generan los cambios en el clima mundial.

Importancia

La finalidad del presente trabajo de investigación es determinar la cantidad de carbono que captura y acumula el *Stylobium deeringianum* y su eficiencia fotosintética, evaluado al 3er, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes, en un pastizal instalado en la comunidad de Zungarococha;

Este dato servirá a la comunidad científica ambiental y a los productores de pastos, a recomendar la instalación y producción de forraje verde a partir de la Mucuna, porque además de producir forraje, también genera un servicio ambiental (captura de carbono) que es recompensado monetariamente, razones por las cuales es conveniente y necesario saber la cantidad de

carbono que acumula la *Mucuna* y su eficiencia fotosintética durante su desarrollo vegetativo.

También debemos mencionar que la importancia radica en que los datos obtenidos servirán para tomar medidas de mitigación ante el calentamiento global, porque la producción de pastos, utilizando Fabáceas, ayudan a mitigar este fenómeno ambiental; además en un futuro no muy lejano, estos predios con sembríos de pastos forrajeros, pudran ser compensados económicamente por el servicio ambiental que prestan a la humanidad y esto dependerá también del tiempo de corte (tiempo de evaluación) que se realiza al pasto. Las investigaciones realizadas en diversos pastos forrajeros, que se presentan en la discusión de este documento, confirman preliminarmente la premisa del presente trabajo.

Viabilidad

El presente proyecto fue viable, porque se cuenta con la autorización del responsable del Taller para ser desarrollado en la UNAP, en el Taller de Enseñanza e Investigación “Jardín Agrostológico” de la Facultad de Agronomía, el cual posee un banco de germoplasma de la especie en estudio; también se disponía con recursos para cubrir los gastos del proyecto según lo presupuestado y gastos extras que se hicieron.

Además, contamos con el apoyo de los docentes del Departamento Académico de Producción Animal del Área de Pastos y Forrajes de la Facultad de Agronomía.

Limitaciones

Durante el periodo de ejecución y evaluación del trabajo de campo, no se presentaron o identificaron limitación alguna que pudiese influir en el desarrollo del proyecto, salvo la temporada de lluvias intensas que podrían haber perjudicado el cultivo, por exceso de humedad, pero que no fue el caso.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

El 2018 se desarrolló un trabajo de investigación en los terrenos del Fundo Zungarococha, propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, que tuvo como objetivo de investigación determinar la influencia de los abonos orgánicos en la eficiencia fotosintética y reservorio de carbono del pasto *Pennisetum purpureum* (Pasto Elefante); para llegar a cumplir los objetivos planteados, en dicho trabajo de investigación se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro (04) tratamientos y tres (03) repeticiones, también se utilizó la prueba de Comparaciones Múltiples de Tukey, obteniéndose los siguientes resultados: respecto a la eficiencia fotosintética el T1 (abono de gallinaza) ocupó el primer orden con una media de 5.83 (%) y respecto a la captura de carbono de igual forma ocupó el primer lugar con una media de 366.80 (g/m²); referente a la Hipótesis General planteada, esta fue rechazada, aceptándose la Hipótesis de investigación alternante en dicho trabajo. ⁽⁴⁾

En el 2016 se desarrolló una investigación de abono orgánico en especies forrajeras, el objetivo fue determinar si la aplicación de gallinaza influye en la eficiencia fotosintética y captura de carbono de los pastos Toledo, Marandù y King grass verde; para el análisis se utilizó el Bloque Completo al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones y la prueba estadística de Duncan, llegando a la conclusión, de que existe efecto del abono orgánico en las características agronómicas, eficiencia fotosintética y captura de carbono de los pastos en estudio; referente a la materia verde el T3 (corte a la 12^{ava} semana) ocupó el primer lugar con valores de 14,16 kg/m² (Toledo), 13,11 kg/m² (Marandù) y 8,70 kg/m² (King grass verde); en relación a la materia seca, eficiencia fotosintética y cantidad de carbono acumulado los T1 (corte a la 6^{ta} semana) ocuparon los primeros lugares con valores de (M.S = 907 g, E.F = 6,15% y C = 570

g, para el pasto Toledo; M.S = 1108 g, E.F = 6,40% y C = 570 g, para el pasto Marandù y M.S = 1193 g, E.F = 8,35% y C = 597 g, para el King grass verde), por lo tanto el mejor tratamiento según las variables en estudio es el T1 (corte a la 6ta semana) en las tres especies forrajeras. ⁽⁵⁾

El (2014) se desarrolló un trabajo de investigación titulado “Edad de corte y su influencia en la eficiencia fotosintética, captura de carbono y otras características agronómicas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo en Zungarococha”, el trabajo fue experimental, utilizo el diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, llegando a la conclusión de que; existe efecto de la edad de corte sobre la eficiencia fotosintética, captura de carbono y otras características agronómicas en el pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo. ⁽⁶⁾

1.2. Bases teóricas

Las especies forrajeras, son plantas que continuamente, a través de la clasificación taxonómica, van ubicándose en las categorías y familias a que ellas pertenecen, a todo esto es también sabido que la tala de los bosques amazónicos en la actualidad es preocupante, debido al impacto ambiental de los ecosistemas; ecólogos y científicos están de acuerdo en que una de las mejores formas de detener esta destrucción es la de desarrollar sistemas estables de producción, para esto es necesario mejorar los sistemas de explotación actuales, sean estos agrícolas o pecuarios.

Es también conocido que el cambio climático afecta a todos los sistemas de producción y los pastos forrajeros, sin embargo es una actividad pecuaria, que pudiese ayudar a mitigar este fenómeno, ya que para su desarrollo utilizan el CO₂, que se acumula en el cultivo y es transportado por difusión a través de pequeñísimos poros de las hojas conocidos como estomas, a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis, cierta cantidad de este CO₂ regresa a la atmosfera, otra

cantidad se fija y se convierte en carbohidratos, estos se acumulan en las hojas, tallos y raíces, por lo tanto el crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado. ⁽⁷⁾

Para alcanzar el desarrollo sustentable de la amazonia, el reto actual consiste en mejorar la capacidad idónea de la ciencia y la tecnología sobre el uso adecuado de las tierras productivas agropecuarias, evitando el deterioro ambiental, desarrollando sistemas de producción para recuperar las tierras abandonadas y degradadas, aprovechando racionalmente la biodiversidad amazónica.

La sostenibilidad es un término bastante nuevo para muchos, el cual se emplea para definir el uso constante, fértil y productivo del suelo. Sostenible significa que el sistema es económicamente rentable y ecológicamente viable durante muchos años. ⁽⁸⁾

En la selva amazónica, la “Mucuna” *Styrolobium deeringianum*, es una Fabácea, que tiene la capacidad de asimilar el nitrógeno atmosférico y almacenarlo en sus raíces a través de una simbiosis con las bacterias del genero Ryzobium, los cuales mejoran las características físico-química del suelo. ^{(9) (10) (11)}

En la actualidad los recursos naturales vienen sufriendo un deterioro irreversible motivado por los sistemas tradicionales de uso del suelo, como las prácticas agrícolas y ganaderas, dos de las principales actividades económicas del departamento Loreto y del país. ⁽¹²⁾

Una opción de mitigación, a los efectos del cambio climático, se basa en la captura de carbono mediante sistemas agrosilvopastoriles para desarrollar una ganadería sostenible, ya que es la única forma de hacerle frente a un problema de orden mundial. ⁽¹⁴⁾

La producción ganadera en nuestro país es considerada como una de las actividades que causa mucho daño al medio ambiente, aparte de la

gran deforestación que se realiza para la instalación de pastos forrajeros, se incrementa el efecto con la excreta del ganado que contiene (Metano, Óxido Nitroso y Carbono) los cuales causan mucho daño al ambiente. ⁽²⁾

Los beneficios de las medidas agroecológicas, que fortalecen la resiliencia de agricultores y comunidades rurales, están en la diversificación de los agro ecosistemas como policultivos, los sistemas agroforestales y los sistemas que se combinan con la ganadería, acompañados por el manejo orgánico de los suelos, la conservación y la cosecha de agua y un incremento de la agro biodiversidad. ⁽³⁾

En el Perú, hay estudios realizados sobre cuantificación del carbono almacenado en los diferentes reservorios de ecosistemas agroforestales y/o silvopastoriles, en especial, considerando una especie exóticas como el pino pátula; para el cual se estudiaron sus características físicas químicas de los suelos. ⁽¹³⁾

Los recursos naturales vienen sufriendo un deterioro motivado por los sistemas tradicionales de uso del suelo, como las prácticas agrícolas y ganaderas, dos de las principales actividades económicas del departamento Loreto y del país. ⁽¹²⁾

Una opción se basa en la captura de carbono en los suelos mediante sistemas silvopastoriles para desarrollar una ganadería sostenible, ya que es la única forma de hacerle frente a un problema de orden mundial como es el cambio climático. ⁽¹⁴⁾

En la actualidad la producción ganadera en Loreto, se perfila como actividad sostenible gracias a los avances de las investigaciones en pasturas y manejo de los animales; un manejo adecuado de los pastos permite ofertar al animal un alimento adecuado con la cantidad de Carbohidratos Solubles durante su desarrollo vegetativo. ⁽¹⁵⁾

Del pasto en estudio: *Stylobium deeringianum* (Mucuna)

Es conocido que las plantas fijadoras de nitrógeno, utilizadas como cobertura, producen gran cantidad de hojas que cubren el suelo y comúnmente, son sembradas en asociación con cultivos o en terrenos en descanso, porque compiten por luz, agua y nutrientes con las malezas ayudando a eliminarlas. También son muy útiles porque mantienen la humedad del suelo y aumentan su contenido de materia orgánica. Por ser fabáceas, estas plantas tienen la capacidad de tomar el nitrógeno del aire y transformarlo en sustancias útiles para ellas. Después de que la cobertura muere, ese nitrógeno puede ser usado como nutriente para otras plantas. Además, estas plantas de cobertura protegen el suelo contra la erosión y algunas pueden usarse como alimento para el ganado.

Una de las plantas de cobertura utilizada por muchos años con gran éxito por los agricultores es la Mucuna. Especialmente es sembrada para controlar las malezas y mejorar la condición del suelo; sin embargo, con la aparición de los herbicidas y de los fertilizantes sintéticos esta especie se dejó de utilizar. Actualmente, con el incremento de los precios de los insumos agrícolas y el deseo de lograr sistemas agrícolas más sostenibles, ambiental y económicamente, se ha retomado esta práctica agrícola como una alternativa para el manejo de los cultivos y la producción de forraje.

La mucuna (*Stylobium deeringianum*) es una vigorosa especie originaria de la India. Se puede usar como cobertura del suelo para el control de malezas debido a su gran producción de follaje y también como abono verde en los cultivos. Es una planta que crece muy rápido y se adapta bien a las zonas cálidas. La mucuna también es conocida como pica pica mansa, pica pica lisa, frijol terciopelo y frijol abono. En América, su uso se vincula con las prácticas agronómicas establecidas por los agricultores en el sur de los Estados Unidos a comienzos del siglo pasado. Probablemente, esta especie fue introducida en

Mesoamérica como cultivo forrajero en el decenio de los 20 por la United Fruit Company, una empresa productora de bananos con grandes plantaciones a lo largo de la costa Atlántica de América Central. La mucuna servía de alimento para las mulas que transportaban el banano desde las plantaciones hasta las estaciones ferroviarias pero su uso disminuyó a medida que las mulas fueron reemplazadas por tractores, 10 años después.

Características:

El ciclo de vida de la mucuna es anual, la planta crece en forma rastrera y tiene bejucos de hasta 14 m de largo, los cuales suben y se enredan en las plantas cercanas. Sus hojas son grandes y trifoliadas, de folíolos anchos y membranosos. Tiene una gran cantidad de raíces superficiales y sus flores blancas o violetas se forman en largos racimos, produce de 10 a 14 vainas por racimo, las cuales son anchas, cortas, aplastadas y de punta curva.

Durante la siembra, la semilla requiere que el suelo este húmedo, pero no crece en suelos inundados. La mucuna tarda desde la siembra hasta la cosecha de la semilla de 100 a 290 días, dependiendo de las condiciones. Por ejemplo, si crece en un suelo fértil no requiere fertilizantes. Sin embargo, en suelos pobres, rojos y orgánicos, con pH inferior a 5,5 crece muy lentamente y las hojas se tornan de color amarillento. Se adapta mejor en tierras ubicadas entre los 200 y 1000 msnm. Cuando crece en condiciones favorables produce gran cantidad de forraje verde y materia seca. Su producción depende del suelo y la humedad, en el estado de floración puede llegar a 36 ton/ha de forraje verde y puede cosecharse dos veces. El valor nutritivo más alto de la planta es entre la floración y pre fructificación. Es importante destacar que no se han informado problemas de plagas causadas por insectos en esta planta.

Usos:

La mucuna tiene el potencial de fijar el nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con microorganismos del suelo. El nitrógeno del aire es convertido, por las bacterias *Rhizobium* presentes en las raíces de la planta, en una forma aprovechable que se almacena en las hojas, las ramas y las semillas. Este nitrógeno puede ser aprovechado por los cultivos que se siembran en asocio con la mucuna, por esta razón recibe el nombre de frijol abono. Se ha reportado que la mucuna aporta alrededor de 150 kg/ha de nitrógeno al suelo. Además, la gran cantidad de materia orgánica que produce hace al suelo más suelto y profundo. Su gran producción de follaje cubre el suelo y lo mantiene húmedo, de esa forma mantiene agua disponible por más tiempo para los cultivos aspecto muy útil principalmente, en zonas de baja precipitación y altas temperaturas. ⁽¹⁶⁾

Siembra de mucuna:

La mucuna puede sembrarse en asocio con otro cultivo como maíz, o puede sembrarse en terrenos en descanso. Es especialmente útil en terrenos en que hay malezas muy agresivas y de difícil control. La mucuna puede ser sembrada antes del cultivo principal. Actualmente, en zonas meloneras se está introduciendo esta especie, plantándola unos meses antes del melón para controlar el crecimiento de malezas y bajar sus poblaciones. Durante la época de siembra del cultivo se corta la cobertura para aportar materia orgánica al suelo; además se aprovecha la fijación biológica de nitrógeno.

Mucuna pruriens Mucuna, frijol terciopelo, pica dulce. Planta trepadora de ciclo largo. Se adapta bien a los 1,200 msnm. Produce semilla entre noviembre y enero, cuando se siembra en la época de mayo a agosto. Hay tres tipos de semilla, color negro, gris y pintada. Las plantas provenientes de la semilla gris parecen tolerar más la sequía. Hay una especie de mucuna que en sus vainas produce un polvo que es urticante a la piel, no se debe utilizar. Esta planta tiene raíces profundas lo que le permite extraer y fijar nitrógeno de las

profundidades, en niveles de unas 80 a 120 libras por manzana de Nitrógeno en forma disponible, el cual se va liberando lentamente durante la descomposición de las hojas, ramas y tallos. Además de esto, la mucuna produce hasta 9 libras por metro cuadrado, esto es unos 630 quintales por manzana de materia verde en cinco meses, lo cual contribuye no solo al aporte de Nitrógeno sino al mejoramiento de la condición física del suelo. También tiene un papel muy importante en el control de malezas, pues al cubrir el suelo impiden que los rayos del sol lleguen a las semillas impidiendo su germinación. Se ha demostrado que la mucuna reduce la actividad de los nematodos al incorporarse como materia verde al suelo. Se asocia bien con el maíz y sorgo con podas. El ganado consume bien sus hojas o las semillas, pero cocidas o descascaradas, no sobrepasando un 25% de la dieta. Controla la erosión, reduce el tiempo de descanso a un año. Se necesitan 4 días para limpiar una hectárea instalada, mientras que con rastrojo de tres años se necesitan 12 días. Es susceptible a las hormigas trozadoras, conejos y otras especies. No tolera suelos mal drenados ni ácidos. Puede ser toxica como alimento humano. Por su agresividad en cobertura, debe manejarse con podas o cortes. ⁽¹⁶⁾

Las plantas fijadoras de nitrógeno, utilizadas como cobertura, producen gran cantidad de hojas que cubren el suelo y comúnmente, son sembradas en asociación con cultivos o en terrenos en descanso, porque compiten por luz, agua y nutrientes con las malezas, ayudando a eliminarlas. Ellas, también son muy útiles porque mantienen la humedad del suelo y aumentan su contenido de materia orgánica, por ser fabáceas, estas plantas tienen la capacidad de tomar el nitrógeno del aire y transformarlo en sustancias útiles para la planta, después de que la cobertura muere, ese nitrógeno es usado como nutriente para otras plantas, además, estas plantas de cobertura, protegen el suelo contra la erosión y algunas son usadas como alimento para el ganado.

Las especies forrajeras son plantas utilizadas principalmente para la alimentación del ganado y algunas especies como protección de los

suelos debido a la gran cobertura que presenta y su perennidad y resistencia a las condiciones climáticas de nuestra región amazónica. ⁽⁷⁾

Es bien conocido que, además de la gran biodiversidad que albergan los bosques y selvas tropicales, estos proveen diferentes servicios ambientales que van desde la conservación de suelo, productos maderables y no maderables, regulación climática y actividades recreativas, entre otros. Se han hecho muchos esfuerzos durante las últimas décadas para desarrollar diferentes mecanismos y políticas para proteger y usar de manera sustentable estos recursos. ⁽¹⁷⁾

Se conoce que aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura. ⁽¹⁸⁾

La eficiencia fotosintética, se erige como un pilar fundamental en la optimización del rendimiento de los cultivos. Se destaca su importancia como punto de partida para el mejoramiento genético de variedades, el diseño de manejo de nutrientes y agua, así como la práctica agrícola que maximicen la captura de luz solar y minimicen las pérdidas por factores bióticos y abióticos. Se obtiene al aplicar la alometría correspondiente, para calcular la eficiencia fotosintética y aplicar este conocimiento de manera pragmática en la producción agrícola. ⁽¹⁹⁾

La agricultura mundial viene enfrentada, a lo largo del tiempo, el desafío constante de incrementar la producción agrícola en respuesta a la creciente demanda de la población, el aumento de los rendimientos, la generación de nuevas tecnologías, semillas mejoradas, insumos modernos, y la modernización de las prácticas agrícolas, principalmente la sustentabilidad ambiental y económica. ^{(16) (20)}

Sobre la Captura de Carbono:

Se determinó una planta entera de cada tratamiento el cual fue llevado al laboratorio y colocado en una estufa a 70 °C, hasta encontrar su peso constante (la lectura se tomó diariamente), realizada la tabulación de los datos de materia seca de cada tratamiento, se aplicó la siguiente fórmula para determinar la cantidad de carbono acumulado durante su desarrollo vegetativo.

Una planta herbácea (parte aérea y raíces) en 1m² de pasto de corte (parte aérea y raíces), está constituida químicamente por:

Agua	= 90% = 9 kg
Nutrientes (Macro y Micro)	= 10% = 1 kg (100% M.S)
TOTAL	= 100% = 10 kg de M.V.

1 kg de Matéria seca = 100% = 1,000 g.

C-H-O = 96.0% (C=40.02% + H=6.70%+ O=53.28%)=100%= 960 g.

Macronutrientes	= 3.5%	= 35 g.
Micronutrientes	= 0.5%	= 5 g.
TOTAL		= 1,000 g.

C = 40.02% de (960 g.) = 384.192 g de C atmosférico.

RELACIÓN: En 1 kg de Materia seca se tiene 0.384 g de C.

Fuente: Referenciado por ⁽¹⁹⁾

Sobre la Eficiencia Fotosintética:

Para determinar esta variable se obtuvo la materia seca u orgánica del pasto, la cual pudo ser convertida a porcentaje de radiación utilizada durante el ciclo de vida de estas. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula: } \frac{\text{Peso Seco} \times 3.74 \times 100}{3420 \times 0.48}$$

Dónde: E F = Eficiencia Fotosintética en (%).

P S = Peso seco (g) o productividad biológica, que es la variación de la producción de materia seca por unidad de terreno, por unidad de tiempo, expresado en g.m⁻²/día o g/ (m²/día).

3,74 =Indica que 1g de carbohidrato produce 3,740 cal o 3,74 kcal/g.

R = Radiación solar del lugar, expresar en kcal.m⁻²/dia⁻¹. Estos valores van de 300 a 700 cal/cm⁻²/dia⁻¹ o cal/ (cm²/día).

(0,45-0,50) = radiación fotosintéticamente activa – RFA – se usa del 45 % al 50 %.

Fuente: Referenciado por ⁽¹⁹⁾

Sobre Tiempo de Corte:

Manifiesta que la alta intensidad de defoliación de los pastos, aceleran la pérdida de cobertura del suelo. En este sentido, los cortes de los pastos realizados a ras del suelo, afectaron en forma significativa la disponibilidad de forraje en más de un 50%. De igual forma, los cortes de las plantas realizados a 5 cm afectaron la disponibilidad de forraje, aunque en menor proporción. ⁽²¹⁾

Manifiesta que, evaluando gramíneas tropicales para determinar sus características agronómicas y carbohidratos de reserva, encontró que los máximos valores de carbohidratos de reserva (6,9%) fueron obtenidos con una frecuencia de defoliación de 42 días y con una altura de corte de 30 cm. Esto pudo ser comprobado en el pasto 'Toledo', donde la mayor producción de biomasa se obtuvo a una altura de corte de 20 y 30 cm. ⁽²²⁾

Evaluando cuatro tiempos de corte y su efecto en las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano, llegaron a la conclusión que la edad de la planta influye significativamente sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán Enano (*Pennisetum sp.*). ⁽²³⁾

Sobre el Sobrepastoreo:

El sobrepastoreo se produce cuando las plantas están expuestas al pastoreo intensivo durante largos períodos, o sin períodos suficientes de recuperación. Puede ser causado por el ganado en las aplicaciones

agrícolas mal gestionadas, o por sobrepoblaciones de animales salvajes nativos o no nativos en un área lo que provoca la desaparición de la vegetación e impide el crecimiento de las plantas perdiendo así la capacidad de renovación del terreno, a causa de que la ganadería excesiva pasta largo tiempo en una misma área. El sobrepastoreo es usado como el ejemplo clásico de la tragedia de los comunes. La producción sostenible de pastizales se basa en el control de pastos, del terreno, de los animales y el comercio del ganado. El manejo del pastoreo, con la práctica de una agricultura sostenible y agroecológica, es la base de la producción del ganado basado en los pastizales, ya que afecta tanto la salud animal y vegetal, y la productividad. ⁽²⁴⁾

Proceso: El sobrepastoreo se puede producir en el pastoreo continuo o rotacional. Puede ser causado por tener demasiados animales en la explotación o por no controlar adecuadamente la actividad del pastoreo. El sobrepastoreo reduce las zonas de hojas de plantas aceptables, lo que reduce la interceptación de la luz solar y el crecimiento de la planta. Las plantas se debilitan y reducen la longitud de la raíz y, potencialmente, el césped de pastoreo puede ser debilitado. Si bien, en muchos lugares, el sobrepastoreo produce un aumento de energía del césped dominado por pastos desagradables. La longitud de la raíz reducida hace que las plantas sean más susceptibles a la muerte durante el tiempo seco. Un césped debilitado permite que las semillas de las malezas puedan germinar y crecer. ⁽²⁴⁾

Sobre la Erosión del suelo: El sobrepastoreo reduce la utilidad, la productividad y la biodiversidad de la tierra y es una de las causas de la desertificación y la erosión. El sobrepastoreo también es visto como una causa de propagación de especies invasoras, de plantas no nativas y malezas. La disminución de la cubierta vegetal y la remoción del suelo por las pisadas de los animales generan un suelo vulnerable a agentes erosivos, favoreciendo la erosión hídrica por lluvia, viento fuerte y otros factores. Las raíces son aglutinantes necesarios para compactar la tierra y al ser eliminadas las hierbas, el suelo se vuelve

suelto y susceptible, lo que afecta gravemente la capacidad de regeneración vegetal. La erosión disminuye el valor de venta de los campos por ser menos productivos gracias al deterioro ambiental progresivo. En casos extremos el sobrepastoreo puede conducir a la desertificación transformando la tierra fértil en un desierto. (24)

Sobre la Variabilidad espacial de los cultivos:

Existen tres criterios básicos que deben cumplirse para justificar el manejo sitio-específico:

- a) la existencia de importante variabilidad espacial en factores que influyen la productividad de los cultivos;
- b) la identificación y cuantificación de las causas de la variabilidad de estos factores; y
- c) el conocimiento científico-agronómico que permita utilizar la información recolectada para el logro de un beneficio productivo, económico o ambiental.

Un sistema de manejo sitio-específico exitoso será aquel en el que los factores limitantes para una óptima productividad y protección ambiental pueden ser identificados, caracterizados y manejados en las zonas y momentos apropiados.

La productividad de los cultivos, la disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo, entre otros, son controlados por unos pocos procesos claves.

La idea medular de la agricultura sitio-específica es, entonces, identificar estos procesos potencialmente limitantes y establecer para cada uno de ellos los indicadores más críticos para su caracterización, los cultivos presentan alta variabilidad espacial y temporal. Unas de las mayores complicaciones aparecen cuando los patrones de variabilidad espacial interactúan con las condiciones climáticas, por ejemplo, zonas de altos rendimientos en años de precipitaciones por debajo de lo

normal pueden transformarse en zonas de bajo rendimiento en años con precipitaciones excesivas. Por lo tanto, en estos casos, la variabilidad espacial del rendimiento cambia de una zafra a otra, con la liberación del sistema de posicionamiento global por satélite (GPS) para uso civil, fue posible desarrollar equipos inteligentes que permitieron el manejo localizado de las prácticas agrícolas, con una mayor eficiencia de aplicación de insumos, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente y, en consecuencia, disminuyendo los costos de la producción de alimentos.

A ese conjunto de procesos y sistemas aplicados se los denomina Agricultura de Precisión (AP), el concepto “agricultura sitio-específica o agricultura de precisión”, implica el uso de información acerca de la variabilidad presente en las chacras de manera de delinear zonas y prácticas agronómicas adecuadas a las mismas. ⁽²⁵⁾ ⁽²⁶⁾

1.3. Definición de términos básicos

Análisis de Variancia.

Es una técnica estadística que sirve para analizar la variación total de los resultados experimentales de un diseño en particular, descomponiéndolo en fuentes de variación independientes atribuibles a cada uno de los efectos en que constituye el diseño experimental. ⁽²⁷⁾

Coefficiente de Variabilidad. -

Es una medida de variabilidad relativa (sin unidades de medida) cuyo uso es para cuantificar en términos porcentuales la variabilidad de las unidades experimentales frente a la aplicación de un determinado tratamiento. ⁽²⁸⁾

Diseño Experimental.

Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tienden a disminuir el error experimental. ⁽²⁹⁾

Prueba de Tukey.

Prueba de significancia estadísticas utilizadas para realizar comparaciones precisas, se aplica aun cuando la de la prueba de Fisher en el análisis de varianza no es significativa. (29)

Tratamiento.

Los tratamientos vienen a constituir los diferentes procedimientos, procesos, factores o materiales y cuyos efectos van a ser medidos y comparados. El tratamiento establece un conjunto de condiciones experimentales que deben imponerse a una unidad experimental dentro de los confines del diseño seleccionado. (29)

Adaptación.

Desajustes en los sistemas naturales o humanos a un nuevo cambio del medio ambiente. La adaptación al cambio climático se refiere al ajuste en respuesta a los estímulos climáticos reales, los estímulos esperados, todos los cuales moderan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas. Se distinguen varios tipos de adaptación, incluida la adaptación preventiva y reactiva, la adaptación pública y privada, de carácter autónomo y la adaptación planificada. (7)

Ambiente.

Hace referencia a un sistema, es decir, un conjunto de variables biológicas y físico-químicas que necesitan los microorganismos vivos, particularmente el ser humano, para vivir. Entre estas variables o condiciones tenemos, por ejemplo, la cantidad o calidad de oxígeno en la atmosfera, la existencia o ausencia de agua, la disponibilidad de alimentos sanos, y la presencia de especies y de material genético, entre otras. (3)

Aprovechamiento sostenible.

Utilización de los recursos de flora y fauna silvestre de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución, a largo plazo, de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades, de ésta, de

satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras. ⁽⁸⁾

Biomasa.

Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material. ⁽³⁰⁾

Captura de carbono.

La captura del carbono es un proceso de extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, los bosques o la tierra) a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis o a través de trabajos de procesos antropogénico dedicados a la captura del carbono. También conocido como secuestro de carbono y fijación de carbono. Es considerado uno de los servicios ambientales de mayor importancia, ya que contribuye a mantener las temperaturas globales, así como la composición química del agua marina y de las zonas costeras. ⁽¹⁹⁾

Eficiencia fotosintética.

Es la cantidad de CO₂ asimilado por el área de superficie, esto también depende de otros factores como la apertura de las estomas. ⁽¹⁹⁾

Carbono fijado.

Se refiere al flujo de carbono de la atmósfera a la tierra producto de la recuperación de zonas (regeneración) previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar al bosque clímax. El cálculo, por lo tanto, está definido por el crecimiento de la biomasa convertida a carbono. ⁽¹⁷⁾

Secuestro de carbono.

Se refiere al almacenamiento de carbono en una forma sólida estable, tiene lugar a través de la fijación directa e indirecta de CO₂ atmosférico. El suelo fija el carbono directamente mediante reacciones químicas inorgánicas en las que el CO₂ se transforma en carbohidratos. También lo fija en forma indirecta por acción de las plantas que utilizan CO₂ atmosférico en la fotosíntesis y lo convierten en biomasa vegetal que más tarde se incorpora al suelo en forma de carbono orgánico mediante los procesos de humificación. El balance entre la absorción y la liberación de carbono va a condicionar la cantidad de carbono secuestrado. ⁽¹⁷⁾

Edad de corte.

Es el periodo de tiempo que se emplea para realizar las labores que se realizan para que el pasto sea cortado y traído al lugar en donde será suministrado a los animales para que lo consuman. ⁽²¹⁾

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1. Variables y definiciones operacionales

2.1.1. Variables

Variable Dependiente (Y)

Y₁- Captura de Carbono.

Y₂- Eficiencia Fotosintética.

Variable Independiente (X)

X₁- Tiempo de corte:

X₁. Corte al 3^{er} mes.

X₂. Corte al 4^{to} mes.

X₃. Corte al 5^{to} mes.

X₄. Corte al 6^{to} mes.

2.1.2. Definiciones operacionales

Tabla de Operacionalización de las variables

variables Dependiente(Y)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Instrumento
*Captura de carbono	*Extracción y almacenamiento de carbono de la atmosfera en sumideros de carbono (como océanos, bosques o en el suelo) a través de un proceso físico o biológico.	Análisis de datos de la captura de carbono, según los tiempos de evaluación.	TM/ha	Evaluaciones a la (3er, 4to, 5to y 6to mes)	*Ficha de campo.
*Eficiencia fotosintética	*Es la eficiencia cuántica la que las plantas convierta la luz solar, el agua y CO ₂ en energía y Bromuro.	Medición de la tasa fotosintética neta o bruta generalmente calculada como la cantidad de carbono fijado por unidad de área durante un periodo de tiempo expresado en %.	%	Evaluaciones a la (3er, 4to, 5to y 6to mes)	*Machete. *Balanza electrónica. *Bolsas de papel.

Variables Independiente(X)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Instrumento
*Tiempo de corte	*Momento en que se lleva a cabo la cosecha de <i>Mucuna</i> medido en unidad de tiempo.	Tiempo transcurrido desde la siembra hasta el momento de cosecha de <i>Stylobium deeringianum</i> (<i>Mucuna</i>).	*Producción de carbono (TM/ha). *Meses que se realizan los cortes 3ro, 4to,5to y 6to mes.	TM Meses de corte	Libreta de campo

2.2. Formulación de la hipótesis

La captura de carbono y la eficiencia fotosintética evaluados durante el desarrollo vegetativo del *Stylobium deeringianum* en Zungarococha, tienen efectos significativos.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a un diseño experimental verdadero, el tipo de investigación es cuantitativa.

3.2. Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por las plantas del pasto *Stylobium deeringianum* que por cama de 10m² c/u se tuvo 40 plantas, sembradas a una densidad de 0.50 x 0.50, lo cual hace un total de 480 plantas (12 camas).

El trabajo se instaló en el Taller de Enseñanza e Investigación “Jardín Agrostológico”, ubicado en el fundo de Zungarococha, Distrito de San Juan Bautista cuyas coordenadas fueron en UTM 9576237 Norte y 682157 Sur.

Muestra

La muestra fue de 4 plantas por cama para cada periodo de evaluación según el m², lo cual se empleó para sacar las muestras.

Muestreo

El muestreo de las plantas fue al Azar, para evitar sesgo en los datos de campo.

3.3. Técnicas e instrumentos

Sobre la captura de carbono

Se tomó una planta entera de cada tratamiento el cual fue llevado al laboratorio y colocado en una estufa a 70°C, hasta encontrar su peso constante, realizado la tabulación de los datos de materia seca de cada

tratamiento, se aplicó la fórmula para determinar la cantidad de carbono acumulado durante su desarrollo vegetativo.

1 kg de materia seca = 100% = 1,000 g.

C-H-O = 96.0% (C=40.02% + H=6.70%+ O=53.28%)=100%= 960 g.

Macronutrientes = 3.5% = 35 g.

Micronutrientes = 0.5% = 5 g.

TOTAL = 1,000 g.

C = 40.02% de (960 g.) = 384.192 g de C atmosférico.

Relación: En 1 kg de Materia seca se tiene 0.384 g de C.

Fuente: Referenciado por ⁽¹⁹⁾

Sobre la eficiencia fotosintética

Determinar esta variable exigió previamente obtener materia seca del pasto, la cual fue convertida a porcentaje de radiación utilizada durante su desarrollo vegetativo. Para ello se aplicó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso Seco} \times 3.74 \times 100}{3420 \times 0.48} \quad (19)$$

A su vez, para determinar la confiabilidad, fue necesario realizar previamente la prueba de normalidad (Red) y de homogeneidad de variancias (Red y Pred) de los datos originales de las cinco variables de respuesta, los cuales se realizaron mediante gráficos Q - Q Plot, encontrándose valores de $r > 0.94$ así como poca dispersión de los datos para captura de carbono y eficiencia fotosintética respectivamente.

Como consecuencia se encontró, normalidad y homogeneidad de variancias en las cinco variables de respuesta; luego se procedió a realizar análisis estadísticos paramétricos correspondientes a las pruebas de hipótesis, prueba de significancia de medias con sus correspondientes gráficos de efectos que se muestran en los resultados. Como instrumento se empleó la Ficha de Campo (Anexo 03).

3.4. Procedimientos de recolección de datos

En el procedimiento para el desarrollo del presente trabajo de investigación se tuvo en cuenta:

- **Trazado del campo experimental (bloques y camas)**

Preparado el área experimental, se procedió a la preparación de los bloques y de las camas según el diseño estadístico que se empleó en el presente trabajo de investigación, la separación entre bloques fue de 1m², las camas tuvieron una dimensión de 2 x 5 metros (10 m²/cama, en total fueron 12 camas).

- **Muestreo del suelo**

Se realizó un muestreo del suelo a una profundidad de 0.20 m., del cual se obtuvieron 12 sub muestras (1 muestra por tratamiento) las que se uniformizaron y de ella se extrajo 1 Kg. el cual fue enviado al laboratorio de Suelo de LABSAF de la ciudad de Pucallpa para su respectivo análisis.

- **Parcelación del campo experimental**

Para esta labor se contó con las respectivas medidas diseñadas en el gabinete, contándose para ello con wincha, rafia y jalones.

- **Siembra**

La siembra se realizó con semilla botánica de la especie, colocándose 3 semillas por golpe, en hoyos de 5 cm de profundidad y a una densidad de 0.50 x 0.50 entre plantas e hileras.

- **Control de malezas**

Se efectuó en forma manual cuando se vio mucha incidencia para evitar la competencia con el pasto en estudio.

- **Evaluación de parámetros**

Las evaluaciones se realizaron al (3^{er}, 4^{to}, 5^{to} y 6^{to} mes). Para tomar las muestras se utilizó el m² de madera. (Se determinó la Captura de carbono y la eficiencia fotosintética del pasto en estudio).

Para lograr el objetivo, planteado en el presente trabajo de investigación, se utilizó la metodología de la (RIEPT) Red Internacional de Evaluación de Pastos tropicales. Como técnica de recolección de datos se empleó la ficha de campo estructurada para anotar las evaluaciones realizadas según los tratamientos en estudio.

3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos

Para el procesamiento estadístico, se empleó el Software Infostat; en la determinación del cumplimiento de objetivos planteados se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro (04) tratamientos y tres (03) repeticiones, prueba de Tukey, análisis de varianza y diseño experimental; también, se determinó la prueba de homogeneidad (Prueba de Bartleth) y la prueba de normalidad (Shapiro Wilks modificado).

En cuanto al ANVA es como se indica:

Análisis de Varianza

FV	GL
Bloque	$r - 1 = 4 - 1 = 3$
Tratamiento	$t - 1 = 3 - 1 = 2$
Error	$(r - 1) (t - 1) = 3 \times 2 = 6$
TOTAL	$rt - 1 = (4 \times 3) - 1 = 11$

3.6. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación, se desarrolló respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia, así como el derecho de las personas involucradas, el de solicitar toda información relacionada con la investigación y teniéndose en cuenta el anonimato.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 De materia verde (kg/m²)

En la Tabla 1, análisis de variancia para variable materia verde en kg/m², se observó diferencias estadísticas significativas en los pesos promedios de materia verde entre los tiempos de corte estudiado con un p-valor <0.0001 y un 0.05 error tipo I. Igualmente y de acuerdo al resumen del modelo, se puede observar un r² igual a 0.98 y un r² ajustado igual a 0.96, indicándonos que el porcentaje de variación en la respuesta de dicha variable es explicado en un 98% o de manera ajustada en un 96% a los tiempos de corte o al modelo notándose un buen ajuste del modelo a los datos.

El coeficiente de variabilidad de 6.15% indica confianza de los datos de campo.

Tabla 1. Análisis de Variancia para Materia verde (kg/m²)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0.13	2	0.06	1.47	0.3022
Tiempos de corte	10.99	3	3.66	86.20	<0.0001
Error	0.26	6	0.04		
Total	11.37	11			
CV= 6.15%	r ² = 0.98=		r ² aj = 0.96		

Los resultados encontrados en el análisis de variancia de la Tabla 1 se corroboran con la prueba de Tuckey para peso promedio de materia verde en la Tabla 2, encontrándose hasta tres grupos estadísticamente homogéneos, destacando el tiempo de corte 6° mes quien ocupó el primer lugar con 4.47 kg/m², siendo superior estadísticamente al 4° y 3° mes mas no al 5° mes. El 3° mes tuvo el menor peso promedio de materia verde (1.97 kg/m²) en el ranking.

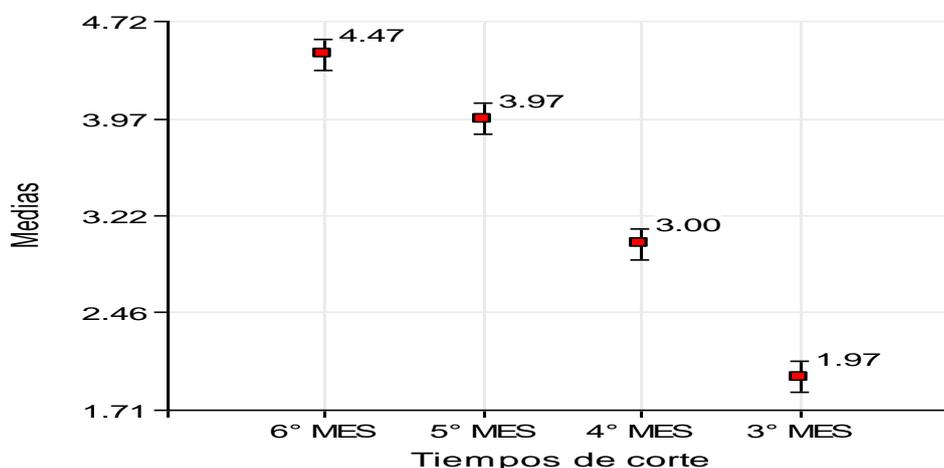
Tabla 2. Prueba de Tuckey para peso promedio Materia verde
Alfa=0.05 DMS =0.58259

Tiempo de corte	Medias	n	E.E.	Significancia.
6° MES	4.47	3	0.12	A
5° MES	3.97	3	0.12	A
4° MES	3.00	3	0.12	B
3° MES	1.97	3	0.12	C

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

En la figura 1 se observa gráficamente los efectos de los tiempos de corte sobre las medias de materia verde en kg/m². El tiempo de corte 6° mes tuvo el mayor efecto y el mayor promedio de materia verde con 4.47 kg/m² en comparación con 5° mes (3.97 kg/m²) que tuvo el mismo efecto expresado en magnitudes traslapadas. En cambio, el 4° mes (3.00 kg/m²) y el 3°mes (1.97kg/m²) no tuvieron el mismo efecto con respecto a la media de materia verde en kg/m².

Figura 1. Efectos de los tiempos de corte sobre las medias de materia verde en (kg/m²)



4.2. De la materia seca en porcentaje (%)

En la Tabla 3, del análisis de variancia para materia seca en %, se observa que no existe diferencias estadísticas entre bloques ni entre tiempos de corte o tratamientos (p -valor = 0.0543 > 0.05 de error tipo I). De la misma manera, se observa y de acuerdo al resumen del modelo, un r^2 igual a 0.74 y un r^2 ajustado igual a 0.52, indicándonos que el porcentaje de variación en la

respuesta de dicha variable es explicado en un 74% o de manera ajustada en un 52% debido al tiempo de corte, notándose un ajuste moderado del modelo a los datos. El coeficiente de variabilidad de 2.91% nos indica confianza de los datos obtenidos de campo.

Tabla 3. Análisis de Variancia para Materia seca (%)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloque	1.15	2	0.57	1.52	0.2928
Tiempos de corte	5.17	3	1.72	4.56	0.0543
Error	2.27	6	0.38		
Total	8.59	11			
CV = 2.91%	$r^2 = 0.74$	$r^2 = 0.52$			

Al no existir significancia estadística en los efectos de los tiempos de corte con la prueba de Fisher, se realizó la prueba de significancia de medias de Tuckey (Tabla 4), donde se corroboró de manera específica un solo grupo estadísticamente homogéneo, destacando el tratamiento 6° mes por tener el mayor efecto y el mayor promedio con 22.0% de materia seca.

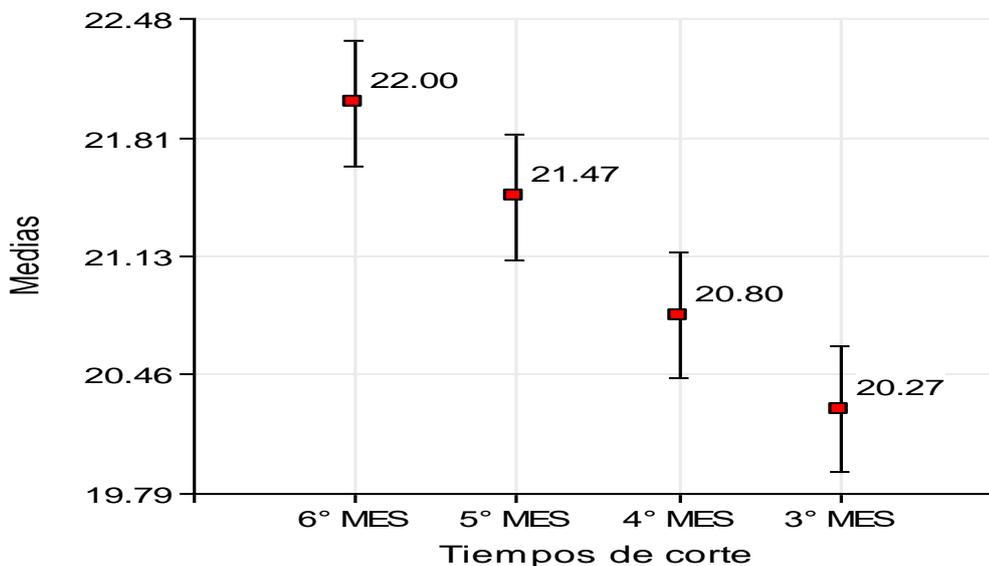
Tabla 4. Prueba de Tuckey para % Materia seca
Alfa=0.05 DMS=1.73725

Tiempo de corte	Medias	n	E.E.	Significancia
6° MES	22.00	3	0.35	A
5° MES	21.47	3	0.35	A
4° MES	20.80	3	0.35	A
3° MES	20.27	3	0.35	A

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

En la figura 2 se observa los efectos de los tiempos de corte sobre las medias del porcentaje de materia seca, donde destaca el tratamiento 6° mes con 22% y de mayor efecto en comparación con los demás tiempos de corte respectivamente. De acuerdo a la prueba de Tuckey, estadísticamente todos los tiempos de corte tienen el mismo efecto sobre la media expresados en efectos traslapados respectivamente, se observa ausencia de diferencia estadística.

Figura 2. Efecto del tiempo de corte sobre el % de Materia seca.



4.3 De la materia seca en kg/m²

En la Tabla 5 del análisis de variancia de Fisher para materia seca en kg/m², se observa diferencias estadísticas altamente significativas en los efectos de los tiempos de corte (p valor $0.0001 < 0.05$ de error tipo I) sobre las medias de materia seca en kg/m², así como un coeficiente de variabilidad de 8.98%, indicándonos un grado de dispersión bajo de los datos con respecto a la centralidad de los mismos.

Tabla 5. Análisis de Variancia para Materia seca kg/m²

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	2.0E-03	2	9.8E-04	0.24	0.7963
Tiempos de corte	0.61	3	0.20	49.20	0.0001
Error	0.02	6	4.1E-03		
Total	0.63	11			
CV= 8.98%	$r^2 = 0.96$	$r^2 = 0.93$			

En la Tabla 6 de la prueba de Tuckey, se encontró hasta tres grupos estadísticamente homogéneos, destacando el tiempo de corte 6°mes con el mayor efecto y la mayor media de materia seca en kg/m² con 0.99 superando estadísticamente al 4° (0.62) y 3° (0.40) mes, mas no al 5°mes, (0.85) respectivamente.

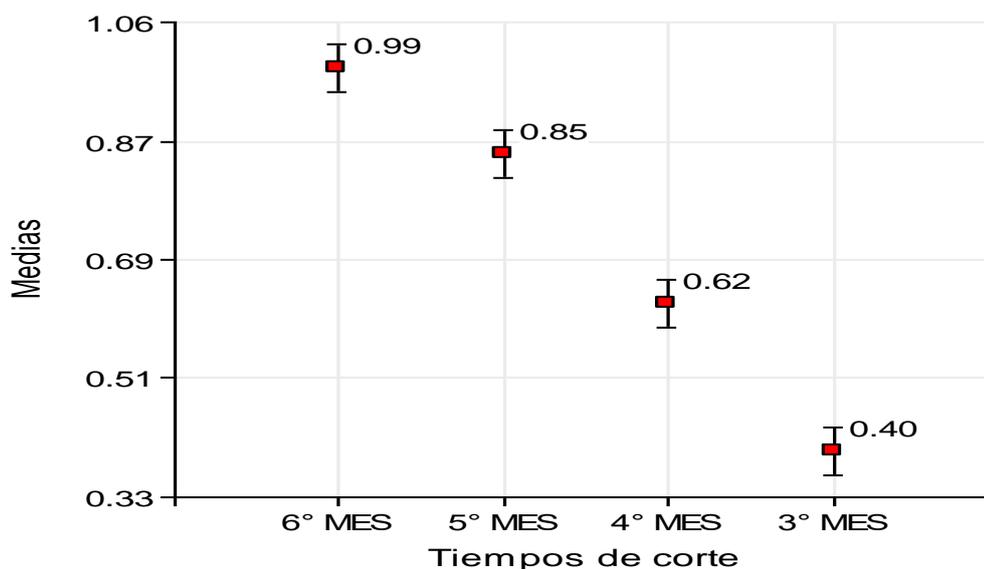
Tabla 6. Prueba de Tuckey para Materia seca en kg/m²
Alfa=0.05 Dms=0.18141

Edad de corte	Medias	n	E.E.	Significancia
6° MES	0.99	3	0.04	A
5° MES	0.85	3	0.04	A
4° MES	0.62	3	0.04	B
3° MES	0.40	3	0.04	C

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

La **figura 3** corroboró lo mencionado anteriormente con la prueba de Tuckey donde se observó gráficamente que el mayor efecto correspondía al tiempo de corte 6°mes teniendo su efecto no traslapado con respecto a los efectos de los tiempos de corte 4° y 3° mes, pero si al 5° mes respectivamente.

Figura 3. Efecto del tiempo de Corte sobre Materia seca en kg/m²



4.4 De la materia seca en (g) a 70°C

En la Tabla 7, análisis de variancia para materia seca en gramos a 70°C, se observa ausencia de diferencias estadísticas significativas en los efectos de los tiempos de corte (p -valor > 0.05 de error tipo I) sobre las medias de materia seca en gramos a 70°C, así como un coeficiente de variabilidad de 2.91%, indicándonos un grado de dispersión bastante bajo de los datos con respecto a la centralidad de los mismos. El coeficiente de variabilidad de 2.91% indica confianza de los datos de campo.

Tabla 7. Análisis de Variancia para Materia seca (g) a 70°C.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	7.17	2	3.58	1.52	0.2928
Tiempos de corte	32.33	3	10.78	4.56	0.0543
Error	14.17	6	2.36		
Total	53.67	11			

CV=2.91% $r^2 = 0.74$ $r^2 = 0.52$

En la Tabla 8 de la prueba de Tuckey, se encontró un solo grupo estadísticamente homogéneos, destacando el tiempo de corte 6°mes con el mayor efecto y la mayor media de materia seca en gramos a 70°C con 55 gramos, pero sin superación estadística al demás tiempo de corte respectivamente.

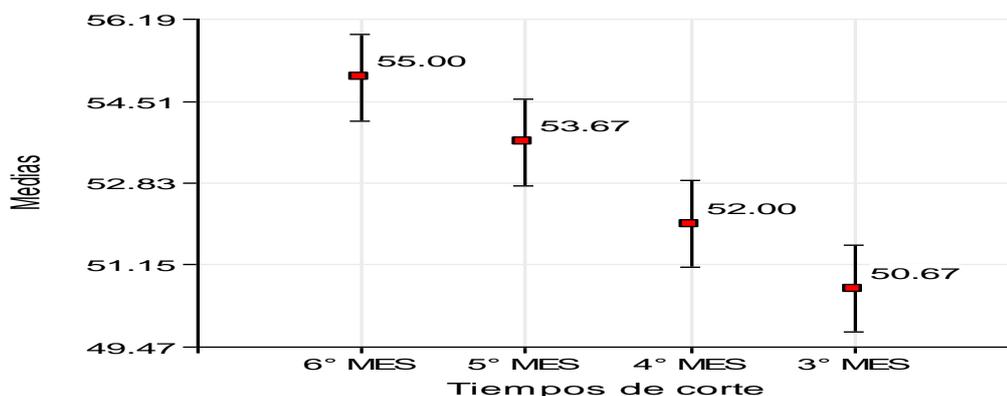
Tabla 8. Prueba de Tuckey para Materia seca (g) a 70°C
Alfa=0.05 Dms=4.34314

Tiempo de corte	Medias	n	E.E.	Significancia
6° MES	55.00	3	0.89	A
5° MES	53.67	3	0.89	A
4° MES	52.00	3	0.89	A
3° MES	50.67	3	0.89	A

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

En la figura 4 se corrobora lo mencionado anteriormente con la prueba de Tuckey donde se observa gráficamente que el mayor efecto corresponde al tiempo de corte 6°mes, pero sus efectos son traslapados con respecto a los efectos de los tiempos de corte 5°, 4° y 3°mes respectivamente.

Figura 4. Efecto del tiempo de Corte sobre Materia seca a 70°C



4.5. De la eficiencia fotosintética en porcentaje (%)

En la tabla 9 del análisis de variancia para eficiencia fotosintética en %, se observa diferencias estadísticas altamente significativas en los efectos de los tiempos de corte (p valor < 0.05 de error tipo I) sobre las medias de la eficiencia fotosintética, así como un coeficiente de variabilidad de 8.70%, indicándonos un grado de dispersión moderado de los datos con respecto a la centralidad de los mismos. El coeficiente de variabilidad 8.70% indica confianza de los datos de campo.

Tabla 9. Análisis de Variancia de Eficiencia Fotosintética (%)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	2.6E-03	2	1.3E-03	0.30	0.7544
Tiempos de corte	0.69	3	0.23	52.34	0.0001
Error	0.03	6	4.4E-03		
Total	0.72	11			
CV=8.70%	$r^2 = 0.96$	$r^2 = 0.93$			

En la tabla 10, de la prueba de Tuckey, se encontró hasta tres grupos estadísticamente homogéneos, destacando nuevamente el tiempo de corte al 6°mes con el mayor efecto y la mayor media de eficiencia fotosintética con 1.05% superando estadísticamente a los demás tratamientos. La significancia encontrada con el análisis de variancia y la prueba de Tuckey para eficiencia fotosintética, implica aceptar como en los otros casos la hipótesis del investigador como verdadera, con un error muy bajo de cometer error tipo I (p -valor menor que el 1% con respecto al límite del 5%).

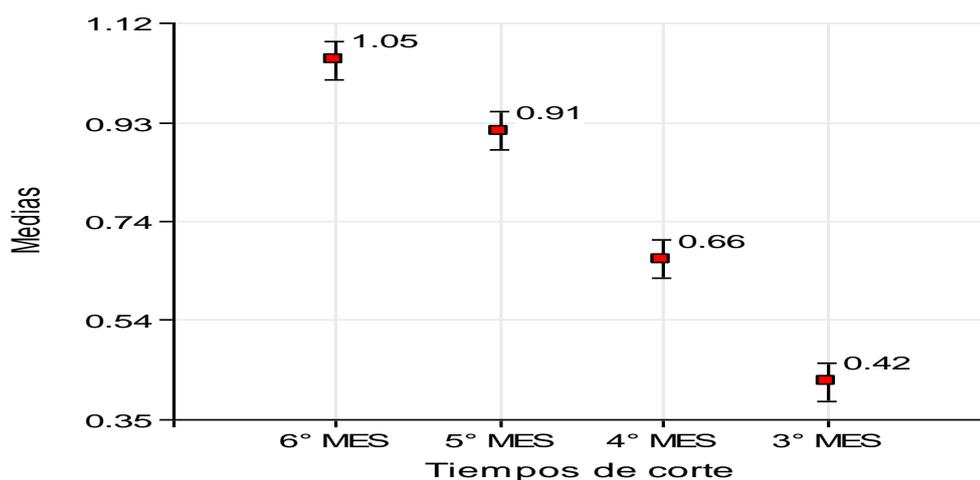
Tabla 10. Prueba de Tuckey de Eficiencia Fotosintética en (%)
Alfa=0.05 DMS= 0.18749

Fecha de corte	Medias	n	E.E.	Significancia
6° MES	1.05	3	0.04	A
5° MES	0.91	3	0.04	A
4° MES	0.66	3	0.04	B
3° MES	0.42	3	0.04	C

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

En la figura 5 se corrobora lo mencionado anteriormente con la prueba de Tuckey donde se observó gráficamente que el mayor efecto corresponde al tiempo de corte 6° mes teniendo sus efectos no traslapados con respecto a los efectos de los demás tiempos de corte respectivamente.

Figura 5. Efecto del tiempo corte sobre Eficiencia Fotosintética (%)



4.6. De la captura de carbono en tm/ha

En la tabla 11 del análisis de variancia para captura de carbono en tm/ha, observamos diferencias estadísticas altamente significativas en los efectos de los tiempos de corte (p valor < 0.05 de error tipo I) sobre las medias de captura de carbono en tm/ha, así como un coeficiente de variabilidad de 9.13%, indicándonos un grado de dispersión moderado de los datos con respecto a la centralidad de los mismos. El coeficiente de variabilidad 9.13% indica confianza de los datos obtenidos de campo.

Tabla 11. Análisis de Variancia para Captura de Carbono Tm/Ha

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Bloque	0.04	2	0.02	0.28	0.7669
Tiempos de corte	8.92	3	2.97	47.14	0.0001
Error	0.38	6	0.06		
Total	9.33	11			
CV=9.13%	$r^2 = 0.96$	$r^2 = 0.93$			

En la Tabla 12 de la prueba de Tuckey, se encontró igualmente hasta tres grupos estadísticamente homogéneos, destacando el tiempo de corte 6° mes con el mayor efecto y la mayor media de captura de carbono en t/ha con 3.80 TM/ha, con superación estadística al 4° y 3°mes mas no al 5°mes. El 5° mes supera estadísticamente al 4° y 3° mes de corte, pero entre el 4° y 3° mes no se encontró significancia estadística respectivamente.

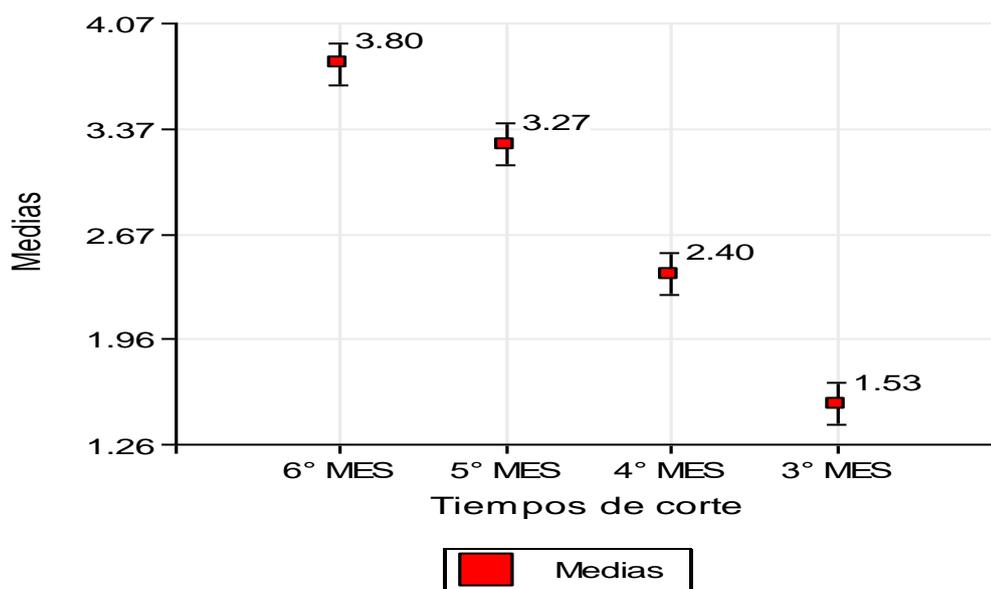
Tabla 12. Prueba de Tuckey para Captura de Carbono Tm/Ha.
Alfa=0.05 DMS= 0.70795

Tiempo de corte	Medias	n	E.E.	Significancia
6° MES	3.80	3	0.14	A
5° MES	3.27	3	0.14	A
4° MES	2.40	3	0.14	B
3° MES	1.53	3	0.14	C

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

La información de la **figura 6** corrobora lo mencionado anteriormente con la prueba de Tuckey donde se observa gráficamente que el mayor efecto corresponde al tiempo de corte 6° mes teniendo sus efectos no traslapados con respecto a los efectos de los tiempos de corte, 4° y 3 ° mes respectivamente.

Figura 6. Efecto del Corte sobre Captura de Carbono en Tn/Ha.



CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Analizados los resultados asumimos las siguientes discusiones:

Producción de Materia Verde

En cuanto a la producción de materia verde vemos en las Tablas 1 y 2 que los tiempos de corte de 3 y 4 meses son estadísticamente significativos respecto a los tiempos de 5 y 6 meses entre los cuales no existe diferencia significativa pues tienen rendimientos de 3.97 y 4.47 kg/m²; es decir 1.625 y 2.150 TM/ha. Esto nos indica que el desarrollo de la planta tiene influencia en el rendimiento de materia verde y en general sobre las características agronómicas de los pastos forrajeros, como lo indica ⁽²³⁾ al evaluar cuatro tiempos de corte en el pasto Taiwán enano.

Producción de Materia Seca

El análisis de los resultados (Tablas 4 y 5) indica que no existe diferencia entre los tratamientos, sin embargo, a los 6 meses se obtiene 22% de materia seca que equivale a 0.99 kg/m², es decir 850 kg/ha, lo cual indica que cuanto mayor sea el tiempo de corte el peso seco se incrementa debido a la mayor cantidad de follaje que presentan las plantas; aunque como lo indican otros autores como ⁽⁰⁶⁾ y ⁽²³⁾, en los resultados obtenidos con otras pasturas, la edad de corte puede afectar la calidad del forraje influyendo en el valor nutricional y las características agronómicas y bromatológicas de la pastura, porque puede reducir el contenido de proteínas principalmente.

Edad de corte

De las evaluaciones realizados podemos decir que el mejor momento para realizar el corte en el pasto *Stylobium deeringianum*, es a los 6 meses por presentar mayores rendimientos tanto en materia verde con 4.47 kg/m² como en materia seca con 0.99 kg/m²; dado que el índice de área foliar en mucuna aumentó conforme avanzó el estado de desarrollo de las plantas, presentando su mayor área foliar durante la semana 11, según un estudio realizado por ⁽³²⁾.

Eficiencia Fotosintética

El corte del pasto *Stylobium deeringianum* (Mucuna) a los 6 meses resulta en un valor superior de eficiencia fotosintética respecto a los demás tiempos de corte.

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad. Sin embargo, estos experimentan modificaciones morfológicas en el rendimiento y su calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas, donde la temperatura, la radiación solar (cantidad y calidad), las precipitaciones y su distribución son los componentes que más determinan en las condiciones tropicales.

BARUCH, Z.; FISHER, M. J., 1991⁽³⁴⁾, citado por ⁽³³⁾, informaron que en las gramíneas tropicales, el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35 y 39 °C, y en las leguminosas entre los 30 y 35 °C, con una alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos en el crecimiento ocurren entre los 0 y 15 °C y en algunas especies a los 20 °C, además la humedad no es un factor limitante, lo cual está dado por la baja conversión de azúcares en los tejidos de las plantas, producto de una disminución en los procesos de biosíntesis y por un déficit energético acarreado por una reducción en la tasa respiratoria.

La temperatura en la región Loreto oscila entre 22 °C y 35 °C y la humedad relativa alcanza fácilmente 80%, así como una alta radiación solar; valores que de acuerdo con los autores mencionados se encuentran en los rangos para que las pasturas como la Mucuna que es una fabácea alcancen altos niveles de eficiencia fotosintética.

Captura de Carbono

La mucuna *Stylobium deeringianum* en el presente estudio presenta un rendimiento de 3.80 TM/ha cuando el corte se hace al sexto mes, donde la conexión entre el desarrollo de la planta, la captura de carbono y la eficiencia fotosintética subraya la complejidad y la interdependencia de los procesos biológicos en juego. Es alentador ver cómo la mucuna *Stylobium deeringianum*, al poseer mayor follaje, logra una mayor eficiencia en la

fotosíntesis, lo que a su vez se traduce en un rendimiento agrícola significativamente superior.

Según el autor ⁽⁴⁾, destaca la importancia de los abonos orgánicos, específicamente la gallinaza, en la mejora de eficiencia fotosintética y el almacenamiento de carbono en el pasto, y subraya la necesidad de seguir explorando y comprendiendo los beneficios de los enfoques agrícolas.

Según el autor ⁽⁵⁾, en este estudio proporciona evidencia sólida de los beneficios de la aplicación de gallinaza en la agricultura, específicamente en la mejora de la eficiencia fotosintética y la captura de carbono, para la producción ganadera y gestión ambiental.

Según el autor ⁽⁶⁾, este estudio indica la importancia de entender como la edad corte pueden afectar las características agronómicas del pasto, lo que puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad en la producción forrajera.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

MIGUEL RUIZ PEÑA (2018) ⁽⁴⁾, Contribuir a la seguridad alimentaria es prioridad a nivel mundial, debido al significativo crecimiento de su población; fenómeno que se replica en la amazonia peruana y específicamente en la población del departamento de Loreto, que cada día demanda mayores volúmenes de proteínas, carbohidratos, grasas, aceites y otros productos fundamentales en el crecimiento y desarrollo normal de las personas que viven en nuestra región. Tradicionalmente las fuentes proteicas para la canasta alimenticia regional estuvieron proveídos y abastecidos por la gran cantidad y diversidad de peces, que existen en los 17,000 km de ríos y en el 1`500,000 ha de cochas, quebradas y lagunas que lo cruzan de este a oeste y de norte a sur; a los que se sumaban los animales terrestres y aves hasta hace 10 años, las que ahora, por la pesca y caza indiscriminada, viene disminuyendo y desapareciendo lenta e inexorablemente y por lo tanto las fuentes proteicas también están disminuyendo significativamente. Por lo mencionado, es urgente e impostergable promocionar el desarrollo de crianzas de animales mayores y menores, pero aplicando y utilizando nuevas alternativas tecnológicas, basados en el aprovechamiento sostenible de nuestra gran biodiversidad, que paralelamente sean saludables para nuestro frágil y vulnerable ambiente amazónico de selva baja, rentables económicamente y competitivas frente a la producción de los departamentos y países vecinos al nuestro. Si bien es cierto que la ganadería tuvo un conjunto grande de limitantes en su desarrollo, en los últimos 50 años, fue la producción de pastos el principal de ellos, porque lo hicimos en las condiciones de suelos pobres que poseemos en las zonas de altura, no inundables, utilizando gramíneas y muy tangencialmente con algunas Fabáceas, lo que obliga a continuar estudiando e investigando el uso de especies nativas y/o introducidas pero que se adaptaron a las condiciones climáticas y pobreza de suelos de selva baja de Loreto. El estudio desarrollado, demostró que la instalación y manejo técnico científico del *Stylobium deeringianum* (Mucuna), con fines de forraje verde, cosechadas a los seis meses de sembrado, momento en que se obtiene hasta 44.7 TM de forraje por ha, deben ser utilizadas en la alimentación de animales

mayores (vacunos y bufalinos); a su vez, sus semillas tostadas constituyen un excelente alimento nutritivo para los pobladores de Loreto.

ASOCIACIÓN AGROECOLÓGICA (1996) ⁽⁹⁾, El *Stylobium deeringianum* (Mucuna), es una Fabácea forrajera que debe utilizarse fresco en la alimentación de los animales y sus granos en la alimentación humana, como proveedor de proteína vegetal, previo tratamiento térmico, tostándolo para eliminar los principios químicos tóxicos que contiene el grano fresco, los que fácilmente se volatilizan con altas temperaturas; también debemos resaltar su capacidad adquirida para adaptarse a nuestras condiciones ambientales de selva baja, condiciones que lo convierten en una promisoría alternativa para su producción como forraje para animales mayores.

JULIA MARTÍNEZ Y ADRIÁN FERNÁNDEZ (2004) ⁽⁷⁾, No debemos olvidar que la “Mucuna”, es una Fabácea, cuya característica importante, trascendente y articulada con el cambio climático, es su capacidad para capturar y acumular Carbono (3.80 TM/ha) al sexto mes de sembrada) durante su proceso fisiológico diario, dentro su estructura orgánica y también en el suelo donde se encuentra sembrada; ello por la presencia en sus raíces, de microorganismo denominados y conocidos como Mycorrizas y algunas bacterias (Azotobacter y Rhizobium) quienes se encargan de procesar el Carbono que se capturan a través de los estomas de sus hojas, incorporarlos en el torrente circulatorio de la savia de la planta y llevarlas hasta las raíces, donde los mencionados microorganismos, se encargan de ir depositando y acumulando en el suelo.

Por lo tanto, nuestra Propuesta es.

- La Mucuna, fabácea forrajera, debe ser considerada como una alternativa en la generación de alimento, saludable con el ambiente, para la ganadería vacuna y bufalina de Loreto.
- Incluir a la Mucuna dentro las alternativas de mitigación al cambio climático, por su capacidad de capturar y almacenar CO₂ en su estructura orgánica y en el suelo.

- Dado las características forrajeras y de captura de carbono, que posee la Mucuna, obliga a ser incluida en los proyectos productivos y climáticos de la región Loreto.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Según las condiciones en que se condujo el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El estudio determinó que la Mucuna, al sexto mes de siembra llega a capturar y acumular Carbono en una media de 3.80 TM/ha, seguido de 3.27 TM/ha al quinto mes de la siembra. Los valores menores se obtuvieron es al tercer y cuarto mes de la siembra con 1.53 TM/ha y 2.40 TM/ha respectivamente.
2. En lo referente a la Eficiencia Fotosintética de la Mucuna, durante su desarrollo fisiológico y la capacidad para almacenar Carbono, el estudio encontró que la planta expresa su mejor performance a los seis meses de sembrado, momento donde alcanza el 1.05%, al quinto mes logra 0.91%, al cuarto mes 0.44% y finalmente al tercer mes solamente logra 0.42% de eficiencia fotosintética que es significativamente menor a lo obtenido a los 6 meses de la siembra.
3. Este estudio demostró que la Mucuna expresó mayor capacidad de captura y acumulación de Carbono, así como mayor media de eficiencia fotosintética de la planta, en el 5^{to} y 6^{to} mes.
4. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la eficiencia fotosintética y captura de carbono entre el 5^{to} y 6^{to} mes de corte.

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Desarrollar trabajos de investigación complementarios al presente, orientados a confirmar o mejorar los resultados obtenidos en la presente investigación, que permitan diseñar una propuesta tecnológica productiva para la producción de forraje verde en selva baja de trópico húmedo a partir de la *Mucuna*.
2. Realizar investigaciones en especies forrajeras, pertenecientes a la familia Fabáceas y adaptadas a condiciones de trópico húmedo, incorporando variables adicionales a las estudiadas en el presente trabajo de investigación y asumiendo diferentes tiempos de corte o de evaluación, ya que la producción de forrajes es una de las alternativas para mitigar el efecto de cambio climático.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sistemas Agrosilvopastoriles (2017). Congreso Ganadero. Pucallpa-Perú.
2. VELA ALVARADO (1994). Sistemas Agropastoriles. Pucallpa-Perú.
3. AGROECOLOGÍA (2015). Diseño de Sistemas agrícolas resistentes al cambio climático.
4. MIGUEL RUIZ PEÑA (2018). Abonos orgánicos y su efecto en la eficiencia fotosintética y reservorio de carbono del *Pennisetum purpureum* en Zúngarococha Iquitos. Tesis en Maestría de Gestión Ambiental E.P.G-UNAP. Tesis en Maestría de Gestión Ambiental E.P.G-UNAP.
5. JOSÉ DÍAZ VÁSQUEZ (2015). Tesis en Maestría de Gestión Ambiental E.P.G-UNAP.
6. VÍCTOR RAÚL RODRÍGUEZ RÍOS (2014). Tesis “Edad de corte y su influencia en la eficiencia fotosintética, captura de carbono y otras características agronómicas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo en Zungarococha”.
7. JULIA MARTÍNEZ Y ADRIÁN FERNÁNDEZ (2004) “Cambio climático, una visión desde México”. 280 pág.
8. WILLIBALDO BRACK. (1994). Experiencias Agroforestales Exitosas en la Cuenca Amazónica – tca.
9. ASOCIACIÓN AGROECOLÓGICA (1996). Cultivo de la Mucuna. Pto. Maldonado.
10. AGRUCO (1999). Agroecología y desarrollo endógeno sustentable para vivir bien.
11. ALCALÁ J (2001). VI Congreso ISKO España.
12. GUDYNAS (2015). Extractivismo Ecología, Economía Política. Bolivia.
13. OLIVA *et al* (2015). La identidad organizacional y su influencia en la imagen. Una Reflexión Teórica.
14. PASCALE *at al* (2014). Productos a base Trichoderma y su uso generalizado en la agricultura.
15. MARCOS MOISÉS HUAMÁN CORRALES (2016). Tesis Doctoral. Servicio Ambiental de tres especies forrajeras de pastoreo en el Zungarococha. UNAP.
16. MERAYO A (2007). Universidad de Murcia. Departamento de Información y Documentación España.
17. MASERA (1997). Captura de Carbono ante el Cambio Climático. Programa Forestal y de Suelo.
18. STEPHEN (2006). Revistas de Ciencias Sociales. Bajo Licencia Internacional Creative Commons Reconocimiento. Universidad del Pacífico (Perú).
19. SOPLIN RÍOS, JULIO (1999). Análisis del crecimiento vegetal. 63 p.
20. IICA (2006). Trabajando juntos por la Agricultura. Informe firmado del acuerdo del 27 de abril del 2006 con la FAO.
21. RINCÓN, (1998). Respuesta del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Hochst) a diferentes dosis de nitrógeno. Revista Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ, 8(4):308-311.

22. CLAVERO (1993). Evaluación agronómica y nutricional de gramíneas tropicales.
23. AVALOS, M. (2009) “Efecto de cuatro tiempos de corte sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto Taiwán enano (*Pennisetum sp.*) en Zungarococha-Iquitos”.
24. ERIKSON JON (1992). Efectos del Sobrepastoreo en los suelos.
25. Plant (2001). Escuela Politécnica Superior. Universidad de Sevilla. España.
26. ROEL A y PLANT R. E (2004). Integrando Conocimientos para una agricultura moderna y sustentable.
27. JOAQUÍN AMAT RODRIGO (2016). ANOVA análisis de variancia para comparar múltiples medias.
28. SILVIA J. HERNÁNDEZ CRUZ (2020). Asignatura Estadística. Coeficiente de Variación.
29. HERNÁNDEZ R, FERNÁNDEZ C, BAPTISTA. (2014). Metodología de la investigación. México.
30. INFO RENOVABLES (2022). Editorial sostenible.
31. SABOYA RENGIFO EDWARD. “Eficiencia fotosintética y su efecto en la calidad nutricional de la alfalfa tropical (*Medicago sativa*) en Zungarococha - Iquitos”
32. GARCIA A. S. Y CALDERON C. R (2021). Influencia de la densidad de siembra sobre producción y desarrollo de mucuna (*Mucuna puriens* L. DC).
33. DEL POZO R. P. P. (2004). BASES ECOFISIOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE LOS PASTOS TROPICALES. Anuario Nuevo, Universidad Agraria de La Habana, Cuba. www.produccion-animal.com.ar
34. BARUCH, Z.; FISHER, M. J., 1991. Factores climáticos de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencia y enfoques de la investigación, 103-142. Ed. CE. LASCANO, J.M. SPAIN. Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT (Colombia).
35. Programa Amazonia Sin Fuego – PASF. Ministerio del Medio Ambiente y Agua. M.M.A.yA Cuadernillo de Cultivo de Mucuna. La Paz, Bolivia. 2014.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título de la investigación	Pregunta de investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección de datos
<p>Edad de corte y su efecto en el rendimiento de grano y captura de carbono del <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo Zungarococha-Iquitos-2020</p>	<p>¿En qué medida el corte a la 16^{ava}, 18^{ava}, 20^{ava} y 24^{ava} semana del <i>Stylobium deeringianum</i>, tiene efecto en el rendimiento de grano y Captura de Carbono en el fundo de Zungarococha?</p>	<p>General: Determinar si la edad de corte planteado en el presente trabajo de investigación influye en el rendimiento de grano y en la Captura de Carbono del <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo de Zungarococha.</p> <p>Específicos: *Determinar si la edad de corte evaluada a la a la 16^{ava}, 18^{ava}, 20^{ava} y 24^{ava} semana, influye en el rendimiento de grano del <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo de Zungarococha.</p> <p>* Determinar si la edad de corte evaluada a la a la 16^{ava}, 18^{ava}, 20^{ava} y 24^{ava} semana, influye en la captura de carbono del <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo de Zungarococha.</p> <p>* Determinar en cuál de los periodos de</p>	<p>General: La frecuencia de la edad de corte influye en el rendimiento de grano y la captura de carbono del <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo de Zungarococha".</p> <p>Especifica: *La edad de corte influye en el Rendimiento de grano en el pasto <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo Zungarococha.</p> <p>*La edad de corte influye en la Captura de carbono en el pasto <i>Stylobium deeringianum</i> en el fundo Zungarococha.</p>	<p>*El presente trabajo de investigación corresponde a un diseño experimental verdadero, el tipo de investigación es cuantitativa y se clasifica en: Experimental, prospectivo, transversal, analítico y de nivel investigador "explicativo" (causa-efecto).</p> <p>*El tipo de estudio del presente trabajo de investigación será cuantitativo.</p>	<p>*La población estará conformada por todas las plantas del pasto de <i>Stylobium deeringianum</i> (<i>Mucuna</i>) sembradas en el Taller Jardín Agrostológico en camas de 10m² c/u, (16 camas en total) cada cama tiene 40 plantas lo cual hace un total de 640 plantas.</p> <p>*Para el procesamiento estadístico de la información, se empleará el Software Infostat. Para llegar a cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se empleará el Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro (04) tratamientos y cuatro (04) repeticiones, prueba de Tukey, Análisis de Varianza y gráficas de barras, así mismo se determinará la prueba de homogeneidad (Prueba de Bartlett) y la prueba de normalidad (Shapiro Wilks modificado).</p>	<p>Libreta de campo</p>

Título de la investigación	Pregunta de investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección de datos
		evaluación, es más eficiente en la captura de carbono y eficiencia fotosintética del <i>Stylobium deeringianum</i> .				

ANEXO 02

2. Tabla de operacionalización de las variables

variables Dependiente(Y)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Instrumento
*Captura de carbono	*Extracción y almacenamiento de carbono de la atmosfera en sumideros de carbono (como océanos, bosques o en el suelo) a través de un proceso físico o biológico.	Análisis de datos de la captura de carbono, según los tiempos de evaluación.	g/m ²	Evaluaciones a la (3er, 4to, 5to y 6to mes)	*Ficha de campo. *Machete. *Balanza electrónica. *Bolsas de papel.
*Eficiencia fotosintética	*Es la eficiencia cuántica real del fotosistema II (PSII) a la eficiencia con lo cual los electrones son procesados en la fotosíntesis por cantidad de luz absorbida.	Análisis de datos de la eficiencia fotosintética, según los tiempos de evaluación.	%	Evaluaciones a la (3er, 4to, 5to y 6to mes)	
Variables Independiente(X)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Instrumento
*Tiempo de corte	*Es la velocidad relativa instantánea con la que una herramienta se enfrenta el material a ser eliminado (pasto).	Análisis de los datos de los tiempos de evaluación del <i>Stylobium deeringianum</i> (Mucuna).	*Producción de carbono (g/m ²). *Eficiencia fotosintética (%)	g %	Libreta de campo

ANEXO 03

Instrumentos de recolección de datos (Ficha de campo)

Especie	Evaluación	M. Verde	M. Seca	E. Fotosíntesis	C. Carbono	Total
<i>Styrolobium deeringianum</i>	3 ^{er} mes					
	4 ^{to} mes					
	5 ^{to} mes					
	6 ^{to} mes					
Total						
Observación						

ANEXO 04

Consentimiento informado (cuando corresponda)

Por el presente cabe informar que el Sr. Gino Paolo Acosta Nunes egresado de la Maestría en Ciencias y Tecnologías Ambientales con Mención en Química Ambiental, tiene la Autorización del jefe del Taller de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico para desarrollar su trabajo de investigación titulado “**Servicios Ambientales del *Styrolobium deeringianum* (Mucuna) evaluado en cuatro tiempos de corte en Zungarococha**”, asimismo cuenta con la autorización de disponer del material genético (semilla botánica) referente a la especie en estudio instalado en el Jardín Agrostológico – Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

San Juan, abril 2019.

Ing. Rafael Chávez Vásquez, Dr.

Jefe del Taller

ANEXO 05. ANALISIS DE SUELOS

INFORME DE ENSAYO

N° 12520-23/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Propietario / Productor : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Dirección del cliente : Pucallpa
 Solicitado por : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 6
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Pucallpa
 Fecha(s) de muestreo : 2023-09-22 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-20-09
 Lugar de ensayo : LABSAF Pucallpa
 Fecha(s) de análisis : del 11/10/2023 al 23/10/2023
 Cotización del servicio : 161-22-PC
 Fecha de emisión : 2023-11-24

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			SU1190-PC-23	SU1191-PC-23	SU1192-PC-23	SU1193-PC-23	SU1194-PC-23	SU1195-PC-23
Matriz Analizada			Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola
Fecha de Muestreo			2023-09-22	2023-09-22	2023-09-22	2023-09-22	2023-09-22	2023-09-22
Hora de Inicio de Muestreo (h)			10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
Condición de la muestra			Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			M1 - CÍTRICOS	M2 - AGROFORESTAL	M3 - YUCA	M4 - HORTALIZAS	M5 - PLANTAS MEDICINALES	M6 - PASTO
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	--	0,1	4.1	3.7	4.0	5.8	3.9	3.8
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	1.0	3.9	1.6	2.4	2.7	1.0
Materia orgánica	%	--	1.65	2.69	1.91	1.95	1.86	2.69
Nitrógeno	%	--	0.08	0.13	0.10	0.10	0.09	0.13
Fósforo	mg/kg	--	79.66	12.18	4.82	132.68	92.98	90.44
Potasio	Cmol(+)/kg	--	0.02	0.04	0.03	0.08	0.07	0.03
Calcio	Cmol(+)/kg	--	0.90	0.41	0.10	5.94	0.34	1.21
Magnesio	Cmol(+)/kg	--	0.10	0.13	0.05	0.79	0.05	0.27
Aluminio	Cmol(+)/kg	--	2.10	5.90	4.10	0.10	2.60	3.50
ClCe	Cmol(+)/kg	--	3.12	6.48	4.27	6.91	3.06	5.00
Bases Totales	Cmol(+)/kg	--	1.02	0.58	0.17	6.81	0.46	1.50
Saturación Al	%	--	67.30	91.06	95.95	1.45	85.06	69.97
Análisis de Textura								
Arena	%	--	62.38	40.38	56.38	54.38	58.38	62.38
Limo	%	--	8.00	20.00	10.00	14.00	10.00	12.00
Arcilla	%	--	29.62	39.62	33.62	31.62	31.62	25.62
Clase Textural	--	--	FrancoArcilloAr enoso	FrancoArcilloso	FrancoArcilloAr enoso	FrancoArcilloAr enoso	FrancoArcilloAr enoso	FrancoArcilloAr enoso

INFORME DE ENSAYO

N° 12520-23/SU/PUCALLPA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrógeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Método Olsen Modificado. Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Potasio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Calcio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Magnesio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Aluminio	Método de Yuan. Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing. Edinson Eduardo López Galán - Responsable del laboratorio del LABSAF Pucallpa.



Ing. Edinson Eduardo López Galán
Responsable de Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare
Estación Experimental Agraria Pucallpa-Ucayali

FIN DE INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

N° 12521-23/SU/PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Propietario / Productor : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Dirección del cliente : Pucallpa
 Solicitado por : JORGE AQUILES VARGAS FASABI
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 2
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Pucallpa
 Fecha(s) de muestreo : 2023-09-22 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-10-09
 Lugar de ensayo : LABSAF Pucallpa
 Fecha(s) de análisis : del 11/10/2023 al 23/10/2023
 Cotización del servicio : 161-22-PC
 Fecha de emisión : 2023-11-24

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	---	---	---	---
Código de Laboratorio	SU1196-PC-23	SU1197-PC-23	---	---	---	---
Matriz Analizada	Suelo Agrícola	Suelo Agrícola	---	---	---	---
Fecha de Muestreo	2023-09-22	2023-09-22	---	---	---	---
Hora de Inicio de Muestreo (h)	10:00	10:00	---	---	---	---
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	---	---	---	---
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M7 - BOSQUE PRIMARIO	M8 - BOSQUE SECUNDARIO	---	---	---	---
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	--	0,1	3.7	3.9	---	---
Conductividad eléctrica	mS/m	1,0	1.7	1.0	---	---
Materia orgánica	%	--	1.88	2.45	---	---
Nitrógeno	%	--	0.09	0.12	---	---
Fósforo	mg/kg	--	9.13	93.23	---	---
Potasio	Cmol(+)/kg	--	0.04	0.02	---	---
Calcio	Cmol(+)/kg	--	0.71	1.40	---	---
Magnesio	Cmol(+)/kg	--	0.28	0.27	---	---
Aluminio	Cmol(+)/kg	--	3.60	0.90	---	---
CICe	Cmol(+)/kg	--	4.63	2.58	---	---
Bases Totales	Cmol(+)/kg	--	1.03	1.68	---	---
Saturación Al	%	--	77.82	34.82	---	---
Análisis de Textura						
Arena	%	--	64.10	72.10	---	---
Limo	%	--	10.29	8.29	---	---
Arcilla	%	--	25.62	19.62	---	---
Clase Textural	--	--	FrancoArcilloAr enoso	Franco Arenoso	---	---

INFORME DE ENSAYO

N° 12521-23/SU/PUCALLPA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Nitrógeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Organica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Método Olsen Modificado. Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Potasio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Calcio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Magnesio	Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)
Aluminio	Método de Yuan. Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con Fines de Riego, Lima-Perú (Marzo 2017)

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing. Edinson Eduardo López Galán - Responsable del laboratorio del LABSAF Pucallpa.



Ing. Edinson Eduardo López Galán
Responsable de Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves
Estación Experimental Agraria Pucallpa-Ucayali

FIN DE INFORME DE ENSAYO

ANEXO 06

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS EDADES DE CORTE

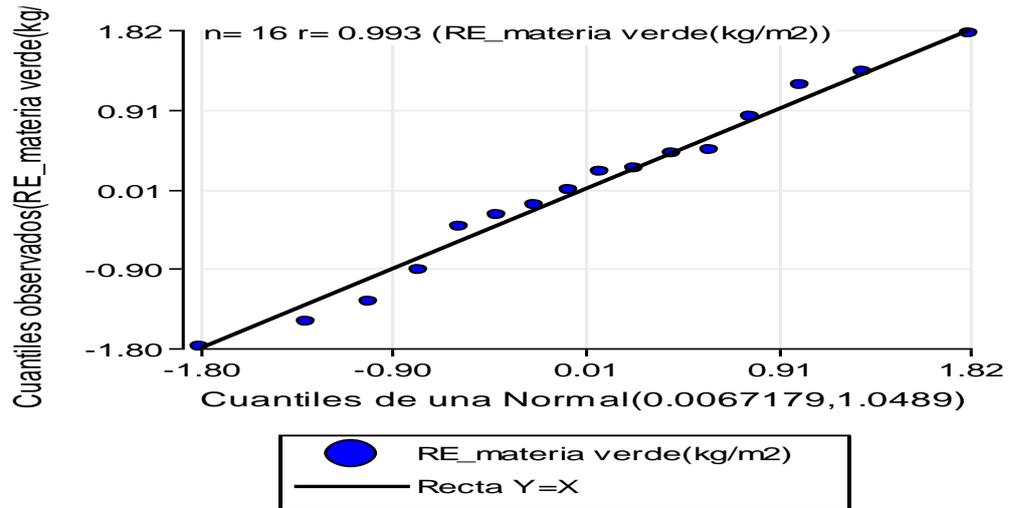
Edad	Variable	Media	D.E	Asimetría	Kurtosis
16°SEM	materia verde (kg/m ²)	0.95	0.06	0.00	-2.00
16°SEM	materia seca (%)	49.75	1.71	0.75	-1.15
16°SEM	materia seca (kg/m ²)	0.47	0.04	0.13	-1.84
16°SEM	rendimiento (kg/m ²)	0.09	0.01	0.00	-1.36
16°SEM	rendimiento (kg/ha)	850.00	129.10	0.00	-1.36
18°SEM	materia verde (kg/m ²)	1.05	0.13	0.00	-1.36
18°SEM	materia seca (%)	54.00	2.83	-1.41	-1.00
18°SEM	materia seca (kg/m ²)	0.57	0.08	0.12	-1.91
18°SEM	rendimiento (kg/m ²)	0.10	0.02	0.37	-1.72
18°SEM	rendimiento (kg/ha)	1012.50	165.20	0.23	
20°SEM	materia verde (kg/m ²)	1.20	0.18	0.00	-1.64
20°SEM	materia seca (%)	58.00	0.82	0.00	-1.00
20°SEM	materia seca (kg/m ²)	0.71	0.11	-0.10	-1.91
20°SEM	rendimiento (kg/m ²)	0.16	0.02	0.37	-1.72
20°SEM	rendimiento (kg/ha)	1625.00	150	0.37	-1.72
24°SEM	materia verde (kg/m ²)	1.28	0.17	0.75	-1.15
24°SEM	materia seca (%)	62.00	3.65	0.00	-1.64
24°SEM	materia seca (kg/m ²)	0.79	0.09	0.75	-1.15
24°SEM	rendimiento (kg/m ²)	0.22	0.02	0.00	-1.78
24°SEM	rendimiento (kg/ha)	2150	238.05	0.00	-1.78

ANEXO 07

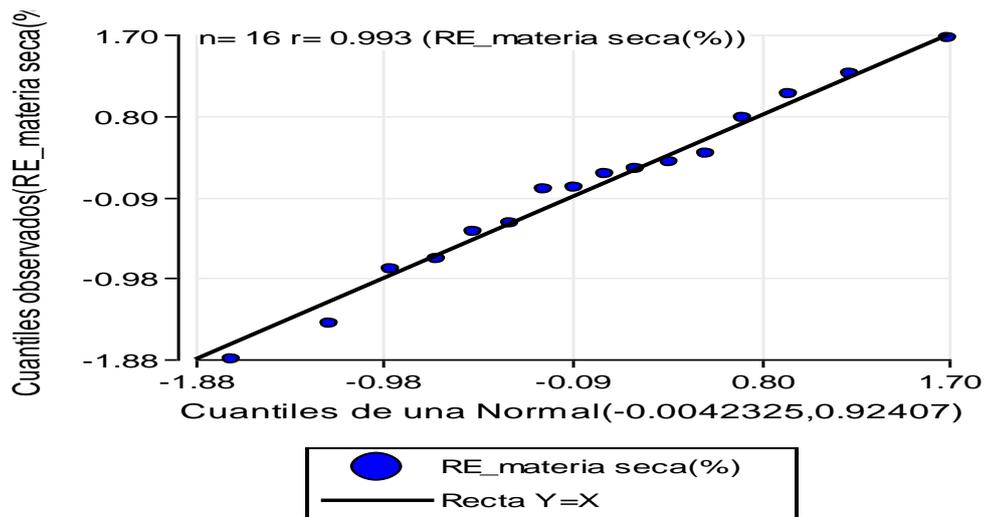
PRUEBA DE NORMALIDAD DE ERRORES DEL MODELO I (RED)

(Grafico QQ plot)

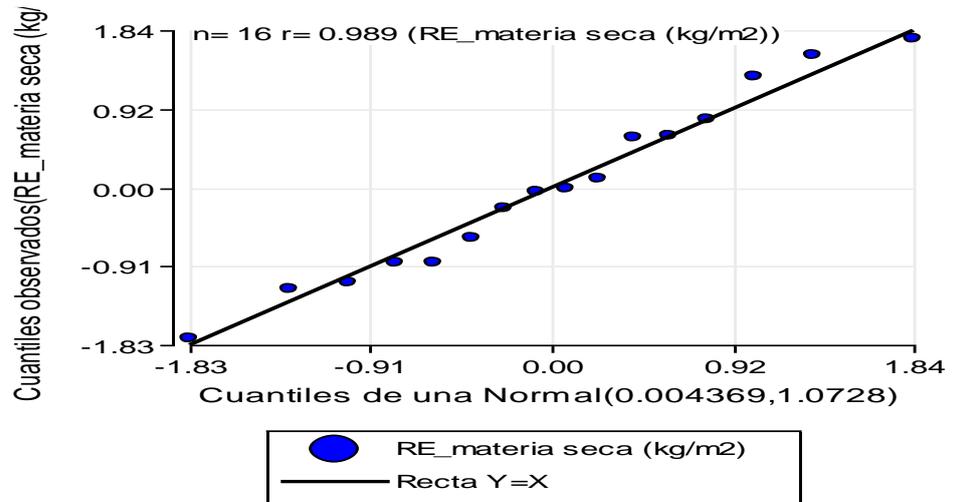
a) Materia verde kg/m²



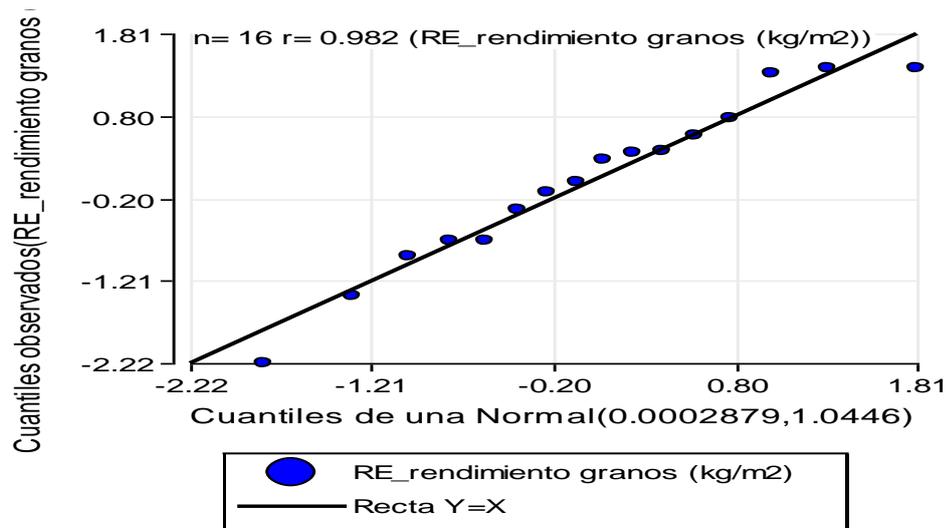
b) Materia seca %



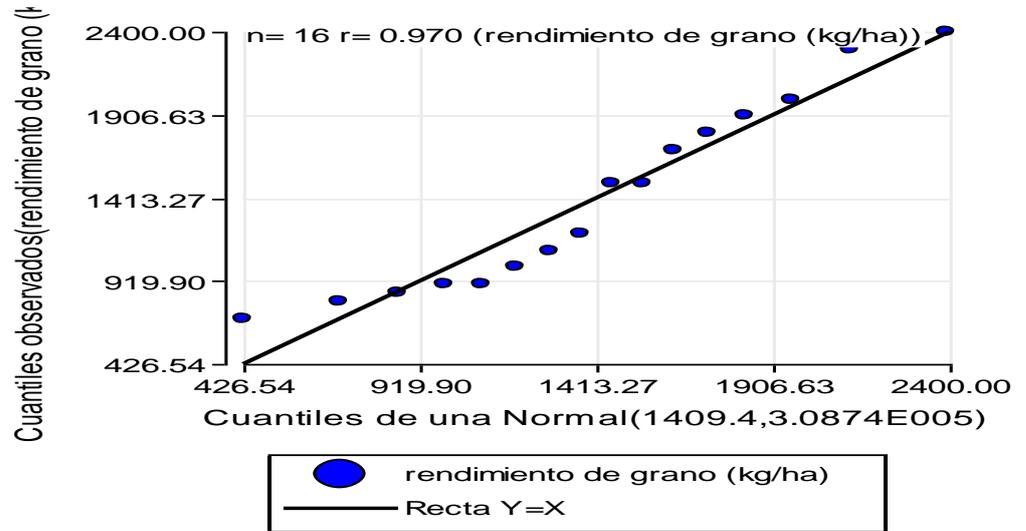
c) Materia seca kg/m²



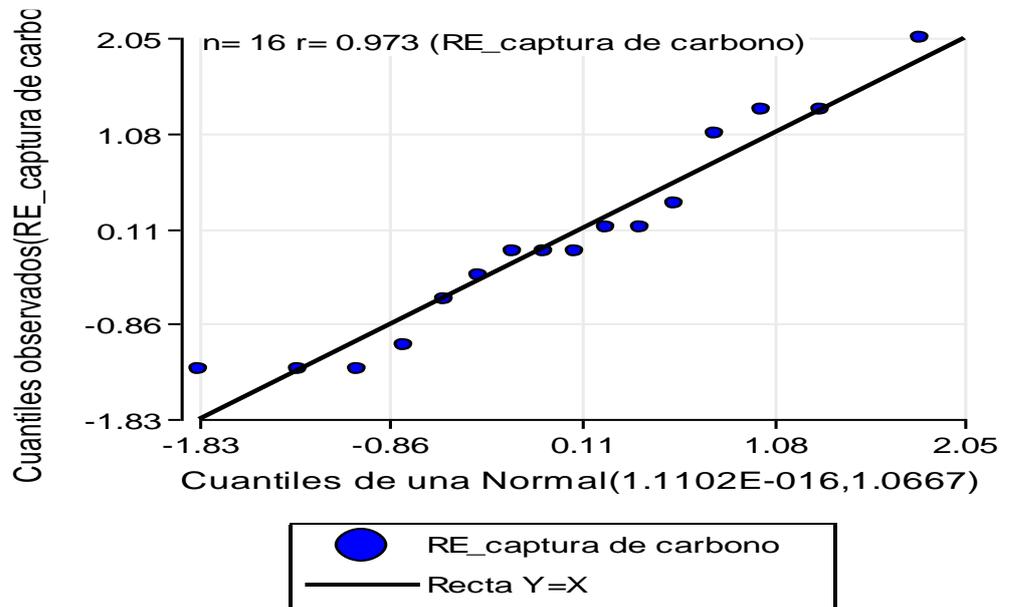
d) Rendimiento en grano (kg/m²)



e) Rendimiento en grano (kg/ha)



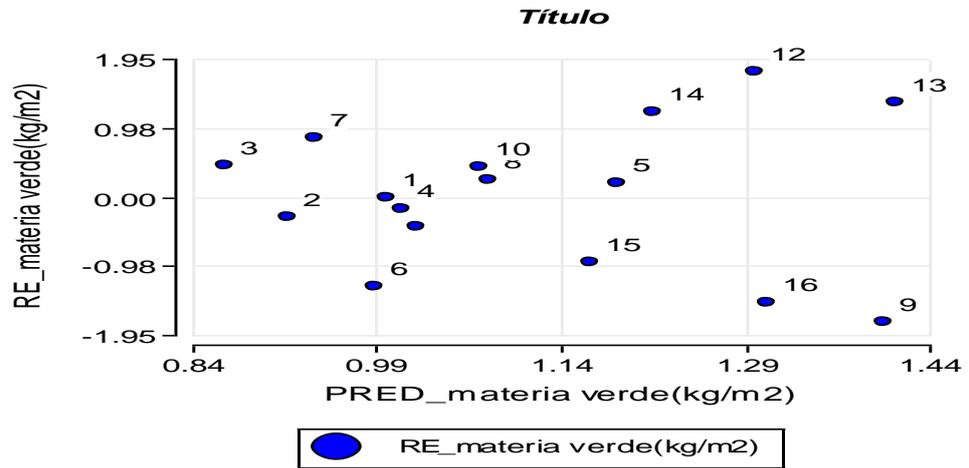
f) Captura de carbono



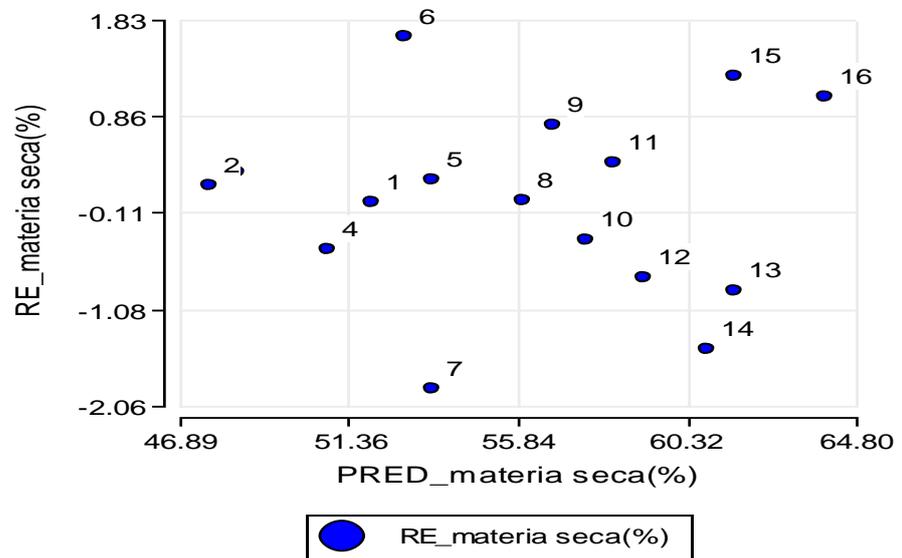
ANEXO 08

PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS (RE Y PRED)

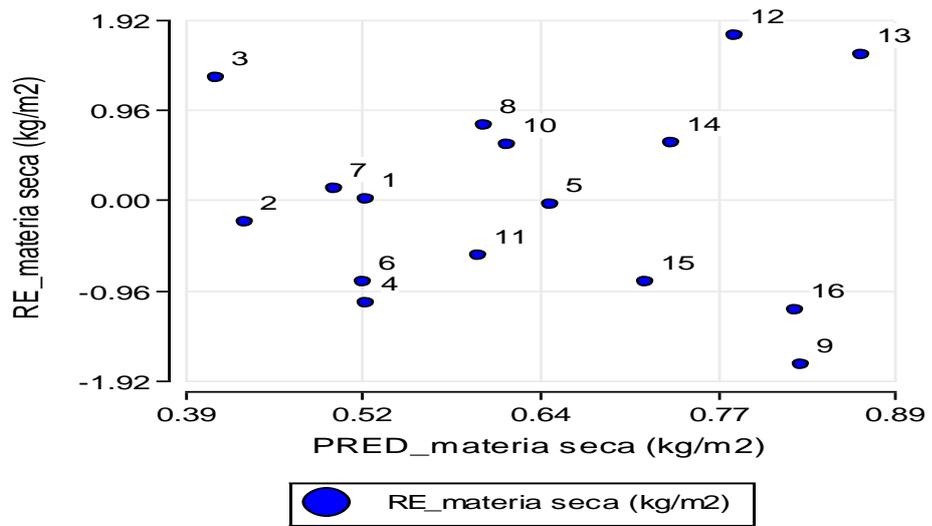
a) Materia verde (kg/m²)



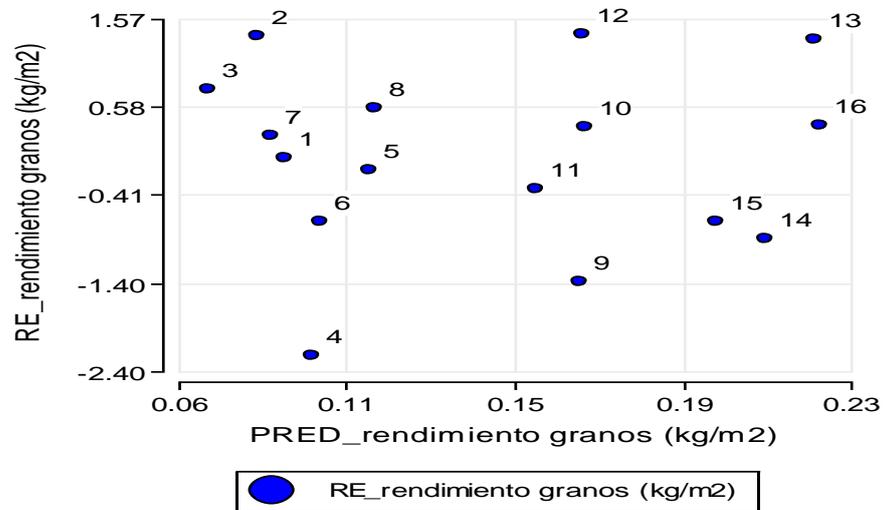
b) Materia seca %



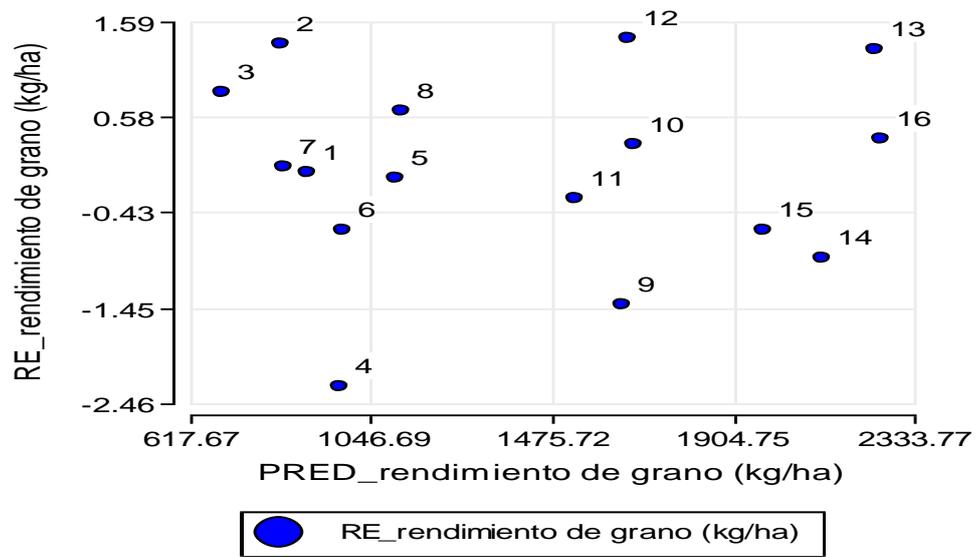
c) Materia seca (kg/m²)



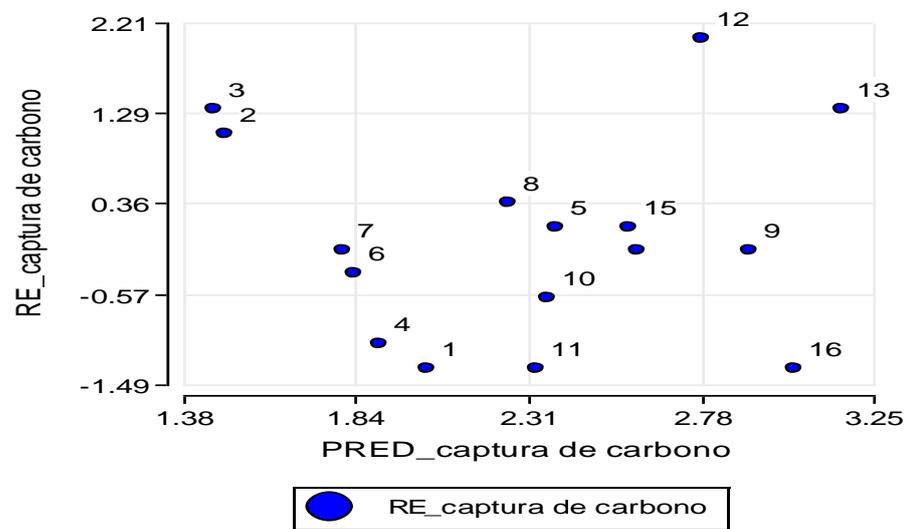
d) Rendimiento en grano (kg/m²)



e) Rendimiento en grano (kg/ha)



f) Captura de carbono



ANEXO 09

FOTOS DE CAMPO

Las plantas de *Mucuna* tienen un periodo de vida entre 6 a 8 meses, y la floración se produce entre el 4to a 5to mes ⁽³⁵⁾. Es por ello que solo se tomaron fotos de las etapas más importantes del cultivo que mostramos.



Foto 1. Preparación de las camas

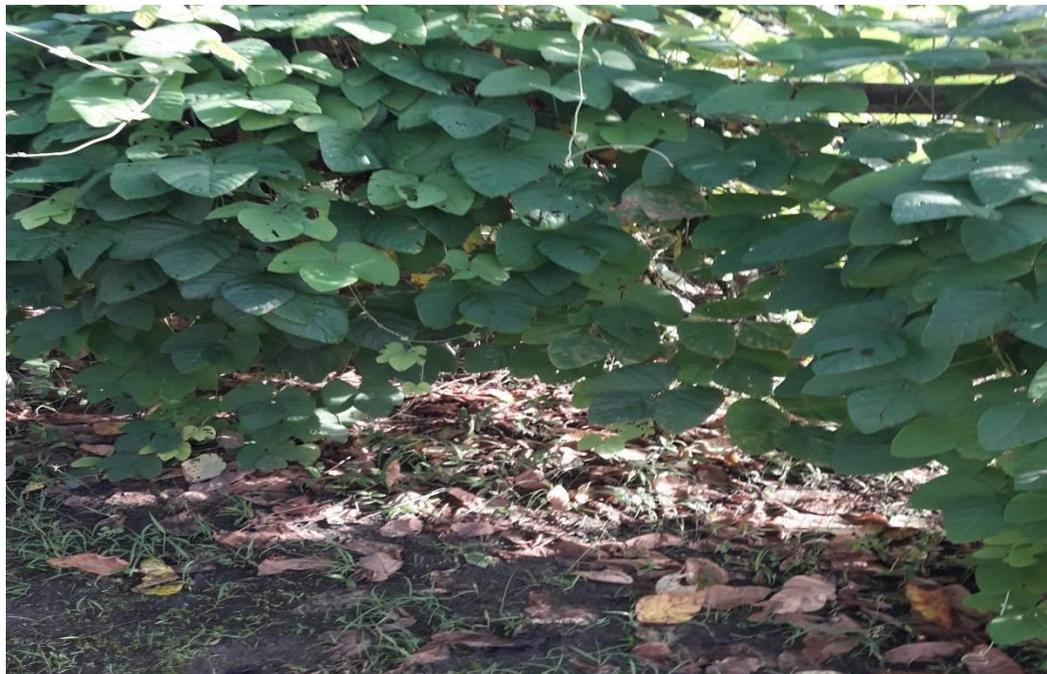


Foto 2. Cultivo de *Mucuna* (Biomasa)



Foto 3. Frutos de la Mucuna al 6^{to} mes.



Foto 4. Frutos de la Mucuna al 6^{to} mes (vainas secas)