



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ EN
EL PRENDIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS
DE *Gliricidia sepium* (MATARRATON) EN
ZUNGAROCOCHA-2019**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR: ARTURO TOMAS MACEDO RAMÍREZ

**ASESORES: ING. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.
ING. JORGE ANTONIO SUAREZ RUMICHE, MSC.**

IQUITOS, PERÚ

2021



UNAP



FACULTAD DE AGRONOMÍA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ EN
EL PRENDIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS
DE *Gliricidia sepium* (MATARRATON) EN
ZUNGAROCOCHA-2019**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR: ARTURO TOMAS MACEDO RAMÍREZ

ASESORES: ING. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.

ING. JORGE ANTONIO SUAREZ RUMICHE, MSC.

IQUITOS, PERÚ

2021



UNAP

Escuela de Postgrado "JOSÉ TORRES VÁSQUEZ"
Oficina de Asuntos Académicos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
034-2021-OAA-EPG-UNAP

Con **Resolución Directoral N° 0333-2021-EPG-UNAP**, se autoriza la sustentación de la tesis: "EFECTO DE TRES NIVELES DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ EN EL PRENDIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Gliricidia sepium* (MATARRATON) EN ZUNGAROCOCHA-2019", teniendo como jurados a los siguientes profesionales:

Ing. José Francisco Ramírez Chung, Dr.	Presidente
Ing. Ronald Yalta Vega, MSc.	Miembro
Ing. Omar Cubas Encinas, Dr.	Miembro
Ing. Rafael Chávez Vásquez, Dr.	Asesor
Ing. Jorge Antonio Suarez Rumiche, MSc.	Asesor

A los nueve días del mes de junio del 2021, a las 11:00 a.m, en la modalidad virtual zoom institucional de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se constituyó el Jurado Evaluador y dictaminador, para escuchar y evaluar la sustentación de la tesis: "EFECTO DE TRES NIVELES DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ EN EL PRENDIMIENTO Y ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Gliricidia sepium* (MATARRATON) EN ZUNGAROCOCHA-2019" presentado por el señor ARTURO TOMAS MACEDO RAMÍREZ, como requisito para obtener el **Grado Académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

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

..... *respondidas a Satisfacción*

El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones, la sustentación es:

1. Aprobado como: a) Excelente () b) Muy bueno () c) Bueno (X)


2. Desaprobado: ()

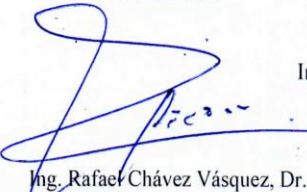
Observaciones: *Las que se indican en la Sustentación y en el Informe Final*


A Continuación, el Presidente del Jurado, da por concluida la sustentación, siendo las *2:30 pm* del nueve de junio del 2021; con lo cual, se le declara al sustentante *APTO* para recibir el **Grado Académico de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental**.


Ing. José Francisco Ramírez Chung, Dr.
Presidente


Ing. Ronald Yalta Vega, MSc.
Miembro


Ing. Omar Cubas Encinas, Dr.
Miembro


Ing. Rafael Chávez Vásquez, Dr.
Asesor


Ing. Jorge Antonio Suarez Rumiche, MSc.
Asesor

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA DEL DÍA 09 DE JUNIO DEL 2021, EN EL ZOOM INSTITUCIONAL DE LA ESCUELA DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ.



.....
ING. JOSÉ FRANCISCO RAMÍREZ CHUNG, DR.

Presidente



.....
ING. RONALD YALTA VEGA, MSC.

Miembro



.....
ING. OMAR CUBAS ENCINAS, DR.

Miembro



.....
ING. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.

Asesor



.....
ING. JORGE ANTONIO SUAREZ RUMICHE, MSC

Asesor

Dedico principalmente este trabajo a Dios. A la memoria de mi padre Luis A. M. B. A mi madre Rosario R. V. y hermano Diego N. M. R. A mi esposa Leticia G. S. de Macedo y mi hija Arlet Sofía Macedo Gatica, por ser mi soporte.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a toda mi familia, por apoyarme y encaminarme a seguir adelante en mi carrera profesional.

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

Agradecimiento al Ing. Jorge Antonio Suarez Rumiche, por los conocimientos impartidos para la elaboración de este estudio de investigación.

Agradecimiento a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, directivos y profesores por la organización del programa de Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	ix
Índice de gráficos	xii
Índice de figuras	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	04
1.1. Antecedentes	04
1.2. Bases teóricas	09
1.3. Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	28
2.1. Variables y su operacionalización	28
2.2. Formulación de la hipótesis	29
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	30
3.1. Tipo y diseño de la investigación	30
3.2. Población y muestra	30
3.3. Técnicas e instrumentos	32
3.4. Procesamiento de recolección de datos	34
3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos	35
3.6. Aspectos éticos	36
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	37
4.1. ANVA del número de estacas prendidas a los 45 días	37
4.2. ANVA de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	41
4.3. ANVA del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	45
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	51

CAPÍTULO VI. PROPUESTA	54
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	55
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	64
Anexo 1 Prueba de normalidad y homogeneidad de estacas prendidas a los 45 días	65
Anexo 2 Prueba de normalidad y homogeneidad del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días	67
Anexo 3 Prueba de normalidad y homogeneidad de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días	69
Anexo 4 Instrumentos de recolección de datos	71
Anexo 5 Consentimiento informado	72
Anexo 6 Datos meteorológicos senamhi – iquitos año - 2019	73
Anexo 7 Datos originales de campo	74
Anexo 8 Fotos	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla N° 01 Composición mineral <i>Gliricidia sepium</i> , reportados por diferentes autores	16
Tabla N° 02 Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza	21
Tabla N° 03 Niveles	32
Tabla N° 04 Combinaciones de los tratamientos	33
Tabla N° 05 Distribución de los tratamientos	33
Tabla N° 06 Análisis de varianza del número de estacas prendidas a los 45 días	37
Tabla N° 07 Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) del número de estacas prendidas a los 45 días	37
Tabla N° 08 Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB para el numero de estacas prendidas a los 45 días	38
Tabla N° 09 Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA para el numero de estacas prendidas a los 45 días	38
Tabla N° 10 Prueba de Tukey del factor "A" N° de estacas prendidas a los 45 días	38
Tabla N° 11 Prueba de Tukey del factor "B" N° de estacas prendidas a los 45 días	39
Tabla N° 12 Prueba de Tukey del factor "A" x factor "B" N° de estacas prendidas a los 45 días	40
Tabla N° 13 Análisis de varianza de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	41
Tabla N° 14 Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	41
Tabla N° 15 Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	42

Tabla N° 16	Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	42
Tabla N° 17	Prueba de Tukey del factor “A” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	43
Tabla N° 18	Prueba de Tukey del factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	44
Tabla N° 19	Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	45
Tabla N° 20	Análisis de varianza del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	46
Tabla N° 21	Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	46
Tabla N° 22	Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	46
Tabla N° 23	Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	46
Tabla N° 24	Prueba de Tukey del factor “A” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	47
Tabla N° 25	Prueba de Tukey del factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	48
Tabla N° 26	Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	49
Tabla N° 27	Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) de estacas prendidas a los 45 días	65
Tabla N° 28	Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de prendidas a los 45 días	66
Tabla N° 29	Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días	67

Tabla N° 30	Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días	68
Tabla N° 31	Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días	69
Tabla N° 32	Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días	70
Tabla N° 33	Evaluación a los 45 días después de la siembra	71
Tabla N° 34	DATOS METEOROLÓGICOS SENAMHI – IQUITOS AÑO - 2019	73
Tabla N° 35	N° de estacas prendidas a los 45 días	74
Tabla N° 36	Datos originales del N° de hojas por estaca (promedio) a los 45 días	74
Tabla N° 37	Datos originales de la longitud de la raíz (Promedio) (cm)	74

INDICE DE GRAFICOS

	Página
Figura N° 01 Efectos simple del factor "A" N° de estacas prendidas a los 45 días.	39
Figura N° 02 Efecto simple del factor "B" N° de estacas prendidas.	40
Figura N° 03 Interacción del factor "A" x factor "B" N° de estacas prendidas a los 45 días	41
Figura N° 04 Efecto simple del factor "A" de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	43
Figura N° 05 Efecto simple del factor "B" de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	44
Figura N° 06 Interacción del factor "A" x factor "B" de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días	45
Figura N° 07 Efecto simple del factor "A" del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	47
Figura N° 08 Efecto simple del factor "B" del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	48
Figura N° 09 Interacción el factor "A" x factor "B" del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días	50
Figura N° 10 Q-Q PLOT (NORMALIDAD) de estacas prendidas a los 45 días	65
Figura N° 11 Diagrama de dispersión de estacas prendidas a los 45 días.	65
Figura N° 12 Q-Q PLOT (NORMALIDAD) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días	67
Figura N° 13 Diagrama de dispersión del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.	68
Figura N° 14 Q-Q PLOT (NORMALIDAD) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días	69
Figura N° 15 Diagrama de dispersión de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días	70

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura N° 01	Características botánicas de la <i>Gliricidia sepium</i>	11
Figura N° 02	Lugar de ejecución de la investigación (Jardín Agrostológico – Facultad de Agronomía-UNAP)	31
Figura N° 03	Preparación del humus enriquecido de lombriz	75
Figura N° 04	Siembra de estacas de <i>Gliricidia sepium</i>	75
Figura N° 05	Siembra de estaca (media) de <i>Gliricidia sepium</i>	76

RESUMEN

El ensayo del trabajo se instaló en áreas de la Facultad de Agronomía-Zúngarococha (Taller de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico); Propiedad de la Facultad de Agronomía-UNAP, ubicado en el caserío de Zúngarococha; el trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento del Matarratón; el cual se instaló mediante el Diseño de Bloques Completo al Azar con nueve (9) tratamientos y tres (3) repeticiones, con arreglo factorial de 3 x 3. Además, se efectuó la prueba de Tukey; la población estuvo conformada por estacas apical, media y basal de *Gliricidia sepium*; la evaluación se realizó a los 45 días, llegándose a los siguientes resultados: El factor "a2b3" (Estaca media + cerdaza-Humus) logró obtener el mejor promedio en cada variable en estudio (prendimiento, enraizamiento y número de hojas) seguido del factor "a3b3" (Estaca basal + cerdaza-Humus), referente a la Hipótesis General planteada, esta ha sido rechazada, aceptándose la Hipótesis de investigación alternante en el presente trabajo.

Palabras claves: Matarratón, humus enriquecido, arreglo factorial, nivel, estaca.

ABSTRACT

The test of the work was installed in areas of the agronomy faculty – Zungarococha (teaching and investigation workshop, agrostological garden): Property of the agronomy faculty-UNAP, located in the Hamlet Zungarococha; the investigation work aimed to determine the best level of humus enriched of worm in the apprehension and rooting of Matarratón, which was installed through the design of complete blocks random with nine (9) treatments and three (3) repetitions, with factorial arrangement of 3 x 3. Moreover, was carried out the Tukey proof; The population was conformed for apical stake, middle and baseline of *Gliricidia sepium* the evaluation was realized at 45 days, getting the following results: The factor “a2b3” (Medium stake + bristle-Humus) managed to obtain the best average in each variable under study (picking, rooting and number of leaves) followed by the factor “a3b32” (Basal stake + bristle-Humus), referring to the General Hypothesis raised, this has been rejected, accepting the alternate research hypothesis in the present work.

Key words: Matarratón, enriched humus, level, factorial arrangement, stake

INTRODUCCIÓN

El matarratón (*Gliricidia sepium*) es una leguminosa arbórea, perenne, caducifolia, que posee raíces profundas crece de 10 a 15 metros de altura y 40 cm de diámetro que puede variar dependiendo del eco tipo. Los arboles adultos y plantas jóvenes pueden ser diferidos de los tallos, siendo en los primeros de corteza un poco fisura de color gris verdoso; el tallo en la etapa adulta es generalmente torcido, de color café verdoso, con ramas inicialmente erectas y después unos meses de crecimiento se disponen en ángulos de 45 grados intentando desarrollarse en forma horizontal. ¹

El *Gliricidia sepium* posee alto contenido de proteína bruta, con valores que oscilan desde 18,8 hasta 27,6% correspondiente a las hojas y de 14,1 a 25% en tallos juveniles con un 65% digestibilidad.

En cuanto a su reproducción, el *Gliricidia sepium* tiende a propagarse fácilmente por estacas y por semilla sexual; la práctica más aplicada ha sido la propagación por estaca, debido a su fácil consecución y a su implementación como sombrío y cerca vivo en distintos cultivos¹.

Utilizando estacas cortas y gruesas al momento de sembrar *Gliricidia sepium*, se demuestra un alto porcentaje de brotación. Por otra parte, los efectos indirectos están relacionados con el volumen del material vegetativo y la disminución del peso requerido para la siembra, lo que se podría asociar a los tiempo, costos, tiempo, requerimientos y esfuerzo de mano de obra².

En la propagación vegetativa de la *Gliricidia sepium* se puede obtener una mayor eficiencia agronómica mediante la siembra horizontal de estacas, esto debe hacerse con estacas cortas de longitudes entre 10 cm hasta 20 cm y diámetros de 4,5 cm a más, o longitudes de 10 cm y diámetros de 5 cm a más. Se indica que, para una buena propagación o establecimiento, debe utilizarse estacas con una edad superior a los seis meses de edad y espesor mayor de 6 cm, obteniendo así, mayor contenido de materia verde y porcentaje de establecimiento³.

En base a los criterios de la unidad relativa de propagación, las estacas que poseen diámetros superiores a los 6 cm y 250 cm de longitud, son las más eficientes para establecer cercas vivas².

Las cercas vivas, sirven como retención de la humedad del suelo y fuente de nutrientes, prácticas de riego y reducen el uso de fertilizantes sintéticos⁴.

El enraizamiento del *Gliricidia sepium* tiene buenos resultados a las aplicaciones de abonos orgánicos como porquinaza, gallinaza, mantillo o compost, cuando está sembrada en suelos poco fértiles o infértiles y que no necesita la aplicación de abonos químicos y la urea, ya que limitan la producción de bacterias nitrificantes⁵.

El follaje del *Gliricidia sepium* es una buena alternativa dado a su aceptable valor nutritivo y sus altos niveles de proteína. Asimismo, de las virtudes nutricionales de las leguminosas forrajeras, contiene otros efectos representativos de su establecimiento, sirven como refugio, alimento para la avifauna y ayuda en la disminución de la utilización de plaguicidas actuando como regulador natural de poblaciones de insectos benéficos, controlan plagas de los cultivos, existe conectividad del paisaje logrando un mayor equilibrio que fomenta la conservación de la biodiversidad⁶.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación, intenta contribuir a generar una información inicial en base al efecto tres niveles de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento de estacas de *Gliricidia sepium*.

En nuestra región la siembra vegetativa es una de las formas de propagación de especies vegetales, principalmente de plantas que no son viables botánicamente, es necesario contar con información sobre el enraizamiento y prendimiento de esta fabácea arbórea, por lo tanto, la *Gliricidia sepium* es una especie poco difundida a pesar de las grandes bondades que demuestra en la alimentación animal, adaptada a nuestras

condiciones ambientales, manejo como cercos vivos, implementación de sistemas de producción⁷. En estos tiempos de modernización, en la cual, el hombre está en búsqueda de nuevas alternativas alimenticias, de gran valor nutritivo para la producción animal, de bajo costo, que mitiguen las necesidades nutricionales y alimentarias de la humanidad, se han introduciendo alternativas no convencionales como es el caso de los árboles forrajeros. La *Gliricidia sepium*, es una leguminosa multipropósito, utilizada como cercas, postes vivos y cortina rompe vientos, como árbol de sombra en cultivos de cacao y callejones barbechos,³.

También es usada en agricultura por sus propiedades alelopáticas, pero el uso más conveniente es como forraje ya que posee altos rendimientos de biomasa. Por lo cual formulamos la siguiente pregunta:

¿En qué medida influyen los tres niveles de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento de las estacas de *Gliricidia sepium* en Zungarococha?

La presente investigación tiene como objetivo general determinar el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento de estacas de *Gliricidia sepium* en Zungarococha. Los objetivos específicos fueron: Evaluar cuál es el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz en el porcentaje de prendimiento de las estacas del *Gliricidia sepium*; Evaluar cuál es el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz en el porcentaje de enraizamiento de las estacas del *Gliricidia sepium*; Evaluar el número de hojas presentes en las estacas del *Gliricidia sepium*.

La finalidad de la presente investigación está orientada en buscar información actualizada sobre el comportamiento de tres niveles de humus enriquecido de lombriz y su efecto en el prendimiento y enraizamiento de estacas del *Gliricidia sepium*, con el propósito de generar información base para futuros trabajos de investigación y también contribuir a la mejor propagación de esta especie arbórea en los sistemas de producción y como mitigador del calentamiento global.

La presente investigación tiene como importancia generar información base, ofreciendo como principal valor una fuente alimenticia proteica para los animales; así como también como alternativa de información para la comunidad científica ya que la siembra de especies forrajeras (Poaceas y Fabáceas) ayuda a mitigar el cambio climático; así como una alternativa como componente arbóreo en los sistemas agrosilvopastoriles.

El trabajo es viable, porque se cuenta con la autorización del responsable del proyecto, para su desarrollo; así como del uso del banco de germoplasma de esta especie existente en el Taller. Además, también se cuenta con los recursos necesarios para cubrir gastos extras.

Además, No sé ha identificado ningún tipo de limitaciones que pudiesen influir en el normal desarrollo del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La propagación principal o más generalizada es asexualmente por estacas de diferentes diámetros y longitudes dependiendo del objetivo final que vaya a dársele. Cuando se propaga por estacas las pérdidas pueden llegar al 50%, mientras que cuando va a ser utilizado como forraje, sometido a cortes periódicos, la persistencia es mayor en el material propagado por semilla (hasta 95%)⁸. Esto se explica por la presencia de la raíz principal o pivotante más profunda del árbol propagado por semilla sexual.

De acuerdo a las observaciones el método de siembra más recomendado es el de siembra en bolsa, debido a que se encontró mayor porcentaje de supervivencia en siembra en bolsa (100% a los 7 y 54 meses que por pseudoestacas (76% a los 7 meses y 28% a los 54 meses)⁹.

No es indispensable una época determinada para el establecimiento de la *Gliricidia sepium* como cerca viva, pero los meses lluviosos son más aptos para que las estacas rebroten, obteniendo resultados de rebrotes de 11 a 14 en promedio por planta. Los rebrotes con mayor número se encontraron en los primeros 50 cm (estrato inferior)¹⁰, afirma que el mayor número de rebrotes en el estrato inferior, es debido a una respuesta fisiológica de la planta cuando se establece en pastoreo, esta lógica es significativa si el enraizamiento de los árboles interviene hormonas que son elaboradas en las hojas de las plantas perennes o en las yemas de invierno en las estacas de los árboles de hojas deciduas¹⁰.

EL matarratón posee cualidades destacables las cuales son: se encuentra su alto potencial productivo, en cultivos intensivos como planta forrajera que mediante la fijación de nitrógeno (N), la hojarasca y los residuos de la cosecha, se constituye en un sistema donde los

nutrientes son reciclados eficientemente, la producción en niveles óptimos y manteniendo la fertilidad¹¹.

El *Gliricidia sepium* es cultivado desde el nivel del mar hasta los 1.500 msnm., con precipitaciones entre 500 y 3.000 mm; siendo su temperatura óptima entre los 15°C hasta los 30°C; resistente a fuertes temporadas de verano. Es poco exigente respecto al suelo en su crecimiento, adaptándose tanto a suelos secos como a húmedos, con un pH entre 4,5 hasta los 7,0 y a suelos franco arcillosos y arenosos; además soporta los suelos ácidos, de mediana a alta fertilidad considerando el tener un buen drenaje⁵.

En cuanto a la luminosidad, crece mejor recibiendo directamente la luz solar, tolerando solo la sombra parcial. En plántulas, cuando son sembradas bajo sombra podrán sobrevivir, pero sin crecimiento significativo. En las inundaciones es flexible, para su crecimiento adecuado se deben evitar las zonas propensas a inundación o los suelos muy compactos¹.

El *Gliricidia sepium* es vinculada a los sistemas agroforestales, sistema considerado como agrícola sostenible, por lo que es suscitado ampliamente en el mundo, especialmente, en el África subsahariana¹².

Las hojas de la *Gliricidia sepium* son empleadas en el tratamiento de enfermedades de la piel como alergias graves, úlceras y salpullido en niños; como repelente de ectoparásitos; tanto las hojas como las raíces y las semillas de esta planta son usados como rodenticida; su abundante atractiva floración es aprovechada por las abejas y poseer follaje no muy denso permite la filtración de luz necesaria para el crecimiento de las especies del estrato inferior¹.

El *Gliricidia sepium* es sembrado para dar sombra a los cultivos de té, cacao y café; sirve como soporte para el crecimiento de cultivos de, vainilla, maracuyá, pimienta negra y batata, es utilizado como

insecticida contra *Glyptoterme dilatatus*, para la delimitación de áreas y cerca viva¹³.

El *Gliricidia sepium* tiene propiedad insecticida y fue comprobada en el cultivo de maíz, concluyendo que tiene un efecto positivo en el rendimiento de éste cereal, sin afectar los insectos útiles a la planta y reduce el daño a las hojas recién formadas. Corroboraron las propiedades ovicidas del extracto acetónico de las hojas de la planta al evaluarla contra el *Haemonchus contortus*¹⁴.

En cuanto al comportamiento productivo del *Gliricidia sepium* en asocio con cultivos de maíz, se concluyó que cuatro podas la productividad de follaje es buena, que la competencia con las plantas de maíz es baja, y mejorar la estructura física del suelo, favorece la productividad del grano de maíz¹⁵.

Cuando la *Gliricidia sepium* es podada antes y durante la temporada del cultivo de maíz, no presenta competencia excesiva de agua con los cultivos asociados en condiciones climáticas donde la temperatura diaria varía entre los 16°C hasta los 24°C¹⁶.

Las fases lunares influyen en el establecimiento de las plantas, siendo creencia en el argot campesino; por lo tanto, se realizó un experimento sobre el efecto de la fase lunar en el establecimiento de la *Gliricidia sepium* como cerca viva, obteniendo un resultado que al comparar diámetro, altura de la estaca, número de rebrote por planta y altura de inserción del último rebrote, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en los distintos momentos del establecimiento del *Gliricidia sepium*, cabe resaltar, para la longitud del último rebrote y la altura de inserción del primer rebrote, si hubo diferencias significativas ($P < 0.05$)¹⁰.

Se afirma que cuando se trasplanta o se siembra, según las fases de la luna, se aprovecha la posibilidad de emplear las fuerzas de la

naturaleza. Siendo así, luminosidad de la luna y la fuerza de la gravedad de la tierra, pueden influir en los procesos de crecimiento y la germinación las plantas, aclarándose que esta influencia incide cuando la reproducción es sexual, mas no por estacas. Aparte, el crecimiento del tallo en grosor es consecuencia de la actividad del felógeno y del anillo de cambium¹⁰.

La *Gliricidia sepium* es recomendable realizar el corte y la plantación durante la fase de cuarto menguante de la luna, debido a que en esta fase la altura de inserción del primer rebrote es más baja por lo que es necesario ser protegido por la cerca viva si los animales están presentes durante el establecimiento¹⁰.

La *Gliricidia sepium* es una leguminosa que indica un alto valor nutritivo, destacándose como una especie promisoría para la alimentación animal en condiciones tropicales, presenta variaciones en su aceptabilidad cuando está en forma fresca, ya que su composición química puede variar según la edad, el lugar de procedencia y la parte de la planta¹¹.

En el establecimiento de la *Gliricidia sepium* se deben utilizar estacas con diámetros entre 2,6 cm hasta los 5,5 cm, con el fin de lograr el mayor porcentaje de sobrevivencia y mayor número de rebrotes garantizando el establecimiento de la plantación con el menor número de plantas muertas¹⁷.

1.2. Bases teóricas

Clasificación taxonómica *Gliricidia sepium*

Nombre Científico	: <i>Gliricidia sepium</i>
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Tribu	: Robinieae
Género	: <i>Gliricidia</i>
Especie	: <i>Gliricidia sepium</i>

Características

Nombre común	: Mata-ratón, madrecaao
Origen	: Nativa
Continente	: Centro América, Sur América
Distribución geográfica	: Centroamérica y Norte de Sur América; cultivada en los trópicos
Altura máxima	: 18 m
Diámetro	: 80 cm
Amplitud de copa	: Amplia (mayor que 14 m)
Atributos foliares	: Mide 20 cm de largo por 12 cm de ancho, tienen entre 8 y 12 folíolos con borde entero y forma ovoide
Persistencia hoja	: Caducifolia
Atributos florales	: Miden 1 cm de diámetro, similares a un mariposita con sus alas abiertas, arómicas
Estación de floración	: Estacional
Sistema de polinización	: Insectos
Limitaciones flores	: Ninguna
Limitaciones frutos en espacios públicos	: Ninguna

Sistema de dispersión	: Baricoria (gravedad)
Atracción fauna	: Alta
Densidad madera (g/cm ³)	: 0.62
Tasa de crecimiento	: Media
Longevidad	: Alta (> 60 años)
Zonas de humedad	: Seca, Húmeda, Muy húmeda
Rango altitudinal	: 0 - 1000 msnm, 1001 - 1500 msnm
Requerimiento de luminosidad	: Alta
Uso	: Su madera es pesada y dura, se usa en carpintería y construcciones. Se siembra como leña, forraje y cerca viva.
Función	: Recuperación de suelos y/o áreas degradadas Restauración ecológica, Ornamental, Alimento para la fauna y Cerca viva, ,
Usos en espacio público	: Andenes vías de servicio, Vías peatonales, Orejas de puente Parques, Separador autopistas, Separador arterias principales, Glorietas, Plazas/Plazoletas, Edificios institucionales
Estado de conservación	: No evaluada
Fuentes	: ¹⁸

Características agronómicas

El *Gliricidia sepium* es una especie con alto potencial de producción de biomasa para el consumo y elevado valor nutritivo que se presenta como una alternativa práctica y económica para incrementar la productividad animal y contribuir, de esta manera, a disminuir los costos de producción¹⁹.

Las características principales de las leguminosas es fijar nitrógeno atmosférico en sus nódulos radicales, que después son almacenados por medio de su metabolismo a su componente forrajero, así como hojas, peciolos, tallos tiernos y frutos en forma de proteína cruda. Su forraje contiene nitrógeno no proteico (NNP), grasa, fibra larga y proteína²⁰.

Descripción botánica

El porte del árbol es pequeño a mediano, de 2 m hasta 15 m de altura (casualmente hasta 20m) y 5 cm hasta 30 cm de diámetro. La mayoría de veces presenta múltiples tallos. La copa es abierta, redondeada en árboles no descopados. La corteza es lisa, pardo grisáceo en ramas jóvenes o gris pálido con lenticelas pardas. Las hojas son pinnadas, alternas, de 15 cm hasta 35 cm de largo, compuestas por 6 hasta 24 hojuelas elípticas opuestas, acabadas en punta y de 4 cm hasta 8 cm de largo. El envés contiene manchas púrpuras, en el centro de la hojuela. Las flores son papilionadas, en racimos cortos que se curvan hacia arriba hasta 15 cm de largo, con 30 flores hasta 100 flores cada una. Cada flor mide 2 cm y son lila o rosadas. Los frutos son vainas de 10 cm hasta 17 cm de longitud. Cada vaina contiene 3 semillas hasta 10 semillas en forma de lenteja de 8 mm hasta 12 mm, son marrones amarillentas o anaranjadas⁹.

Característica arbustiva

La *Gliricidia sepium*, es un arbusto que llega a una altura de 12 metros las ramas son frondosas, cilíndricas, largas, arqueadas y plumosas, con un diámetro que varía de 40 cm hasta 70 cm, las hojas son opuestas decusadas, compuestas imparipinnadas y glabras, de color verde brillante en su juventud (figura 1). En una rama desarrollada correctamente se puede contar hasta 60 hojas compuestas y de 3 hasta 9 folíolos por hoja²¹.

Figura N° 01: Características botánicas de la *Gliricidia sepium*



Fuente: ⁹

Origen, adaptación y distribución

La *Gliricidia sepium* es una leguminosa perenne, arbórea, nativa desde México hasta la parte norte de América del Sur, con multiplicidad de usos²². Se ha difundido en las áreas tropicales de África, América, Australia y Asia, naturalizándose en lugares secos y húmedos⁹.

En Colombia es un árbol habitual en diferentes zonas del país; es normal su ubicación en climas medios y cálidos. La planta crece desde el nivel del mar con una altitud hasta 1500 m, con precipitaciones de 600 hasta 8000 mm/año, en salinos, arenosos, suelos ácidos y hasta infértiles. No tolera altos niveles freáticos. Por su adaptabilidad y rusticidad a condiciones difíciles de clima y clima, se cultiva con mayor intensidad incrementando a su vez más las áreas de cultivo¹¹.

El arbusto tolera una amplia gama de suelos, desde vertisoles negros profundos hasta arenas puras, con un pH de 4 hasta 7; se observó que en suelos de mal drenaje interno existe poca supervivencia y en suelos extremadamente ácidos y con alto contenido de aluminio. Presenta un desarrollo adecuado a temperaturas entre 20,7 hasta 29,2°C, pero probablemente reduzca su crecimiento y se defolice si estas son inferiores a 15°C²³.

Fenología

El follaje es caducifolio. En la época de floración Los árboles pierden las hojas.

La floración florece de (febrero) marzo a junio (julio). Es relativamente uniforme en su ámbito natural la floración.

La fructificación en los frutos madura de (febrero) marzo a junio (julio). La polinización es entomófila. Es llevada a cabo por abejorros (*Xylocopa fimbria* fa y *centris*)⁹.

Aspectos fisiológicos

Son Nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces. La simbiote es *Rhizobium* y/o *Bradyrhizobium*. La formación y el establecimiento de nódulos en estacas recién plantadas se inician entre el segundo y tercer año de plantadas. Es una especie de fácil adaptación. Las

plántulas son muy sensibles a la competencia. El árbol suprime el crecimiento de las malezas bajo su sombra. Esto se debe a la sombra moderadamente densa. Es de muy rápido crecimiento y rápido desarrollo de la superficie foliar, alcanzando la proyección de copa en un año. El crecimiento en altura muestra un incremento medio anual de 0.7 m hasta 3.3 m. Su Descomposición foliar es rápida. Su hoja se descompone rápido en el suelo y no se acumula de hojarasca bajo el árbol. Tiene facilidad de establecimiento y manejo. Se ha determinado presencia de varios flavonoides que podrían ser los causantes de la toxicidad de la especie y de un posible efecto alelopático⁹.

Usos

La *Gliricidia sepium* está descrito como un árbol multipropósito, de acuerdo con su composición química, su fenotipo y las condiciones edafoclimáticas bajo las cuales se desarrolla, siendo utilizadas como sombra permanente, transitoria y soporte vivo.

Su floración es mayormente visitada por las abejas, por su condición melífera; es por ello, que los apicultores reconocen como excelente la miel proveniente de las flores de Matarratón²⁴.

Como leguminosa la *Gliricidia sepium* muestra un valor nutritivo alto, favorece la conservación en forma compuesta con gramíneas, sobresaliendo como una especie promisoría para la alimentar a los animales en condiciones tropicales, varía en su aceptabilidad cuando se ofrece en forma fresca, ya que su composición química puede variar según la edad, el lugar de procedencia y la parte de la planta ²⁴.

Reproducción Asexual

También llamada reproducción vegetativa, consiste en el desprendimiento de un organismo de una sola célula o trozos del cuerpo de un individuo ya desarrollado que, son capaces de formar genéticamente un individuo completo idéntico a él. Es llevado a cabo con un solo progenitor y sin intervención de los núcleos de las células sexuales o gametos²⁵.

Existen dos tipos: La Multiplicación vegetativa, certifica la perpetuación de individuos adaptados al medio y progresivamente eficaces. Es común en plantas superiores. Existen dos tipos: la fragmentación y la división celular que contiene la bipartición y la gemación. Por gérmenes: son células asexuales reproductivas que desarrollan directamente el individuo. Existen varios tipos: los propágulos, pluricelulares, unicelulares y las esporas²⁶.

Reproducción sexual

Tiene la característica de que la mayoría de los vegetales producen tanto gametos como esporas, formando a veces dos organismos claramente diferentes que viven por separado. Mayormente, los gametos se fusionan en la fecundación y dan origen a un organismo diploide, el esporofito, además, forma directamente esporas. Cuando una espora se desarrolla, da origen a un organismo haploide, el gametofito, llamado así porque forma nuevos gametos.

La mayoría de las plantas tienen reproducción sexual. Esto quiere decir que es preciso que los espermatozoides se unan con los óvulos. En las etapas de la reproducción de las plantas tenemos la polinización, es cuando el polen es transportado de una flor a otra por insectos o el viento principalmente. La fecundación, se da cuando se une los espermatozoides con los óvulos dentro del pistilo. La formación de la semilla y del fruto, donde se fecunda el óvulo, éste se transforma en semilla y el pistilo en fruto.

La dispersión de la semilla, es cuando la semilla es transportada por aire, animales, agua al lugar de germinación. La germinación de la semilla, es por medio de la humedad y temperatura adecuada el embrión de la semilla empieza a crecer y aparece una nueva planta²⁷.

Producción de semillas

Las semillas tienen forma de frijol, brillantes, son elípticas, de 10 mm de largo y de un color de pardo claro a oscuro y ²⁸.

Se puede encontrar entre 4.700 y 11.000 semillas por kg, dependiendo de la procedencia varía el peso de las semillas ²⁸.

Valor nutritivo

varios autores a nivel mundial (tabla N° 01) indican los siguientes valores

Tabla N° 01. Composición mineral *Gliricidia sepium*, reportados por diferentes autores

Autor	Ca %	P %	K %	Na %	N %	Mg %	Mn ppm	ZN ppm
Duran (2004) 6 meses	1,38	0,18	3	0,16		0,41	50	22
CATIE (1991)		0,27	2,83		4,49			
Araque et al. (2002) 6 meses	0,10	0,29	2,12			0,31	27	39,24
Macias et al. (2004)	1,43	0,21	0,97	0,03		0,38		
Murgueitio (1990)	1,4	0,3	2,4		4,6	0,4		
Baggio (1982)	0,9	0,31	2,05		4,6	0,4		
Duncan (1955) citado por Pedraza (1994)	1,16	0,20	1,14	0,05		0,34	2	61
García et al. (2006)		0,24						
Múnera (1985) 6 semanas 12 semanas		0,27 0,24						
Perez et al., (1989)	1 a 2	0,2 a 0,3						
Pavon et al. (2003)	0,7	0,21						

Ca: calcio; P: fósforo; K: potasio; Na: sodio; N: nitrógeno; Mg: magnesio; Zn: zinc; pm: partes por millón.

Propiedades antinutricionales

Las leguminosas contienen en su follaje propiedades antinutricionales usadas como defensa para evitar el ataque de hongos, virus, bacterias, hongos, estrés ambiental y ramoneo; los factores antinutricionales más conocidos son las saponinas, taninos o fenoles, alcaloides y esteroides. Además, la *Gliricidia sepium* contiene propiedades defaunantes, ya que sus compuestos secundarios como los polifenoles atacan las paredes de las células de los protozoos, ocasionando la lisis celular²⁹; por lo cual, es relevante la complementación con esta leguminosa.

En un estudio realizado por la fundación CIPAV en 1989, indicó que el fitoquímico que consistió en evaluar 3 árboles forrajeros: Matarratón (*Gliricidia sepium*), Guamo (*Inga spectabilis*) y Nacedero (*Trichantera gigantea*). Indicando los resultados para alcaloides sean negativos para las tres especies y las saponinas resultaron bajas en su contenido, por lo tanto, se indicó que no afecta la salud de los rumiantes que las consumen. El Guamo obtuvo valores altos en su contenido de fenoles y esteroides con respecto a los demás dos. Los contenidos de fenoles de la hoja de Guamo superaron 15 veces los del nacedero y 9 los del matarratón. Se afirmó que esto incidió en la degradabilidad de la materia seca en bolsas en el rumen que para el caso del Guamo sólo alcanzó el 33% a las 48 horas, mientras que el Nacedero y el Matarratón consiguieron el 77 y 70% respectivamente a la misma hora. Las evaluaciones de los esteroides para los tres árboles resultaron similares y en poca cantidad, por lo que se considera que no son causantes de intoxicación al presentar sintomatología característica de éstos fenómenos en los rumiantes²⁹.

Producción de biomasa de la *Gliricidia sepium*

Es de crecimiento arborescente con una producción de materia verde que puede alcanzar las 150 toneladas métricas por Ha/ año³⁰.

A los 6 meses en cercas vivas se han encontrado producciones de 4.0 toneladas de biomasa seca total/km; y a los 9 meses la producción aumentó hasta 5.3 toneladas/km⁹.

Los rendimientos máximos de biomasa de *Gliricidia sepium* fueron con altas densidades y alturas de corte por encima de 0,60 m. Cabe precisar, que se debe considerar el cultivo sea usado para corte y/o pastoreo de manera que se garantice accesibilidad y disponibilidad y accesibilidad para los animales³¹.

Otro de los factores que se estudiaron indican que incide en la producción de biomasa como es la frecuencia de corte, la cual la frecuencia debe estar entre 70 hasta los 90 días, con la disponibilidad de agua³².

Las diferentes estaciones del año (períodos seco y lluvioso), el corte de forraje y en distintos estadios de su desarrollo (vegetativo y floración) actúa sobre los rebrotes³³.

Clima

Es un árbol muy frecuente en diferentes zonas; se encuentra en climas cálidos y medios. La planta crece desde el nivel del mar hasta una altitud de 1500 m, con precipitaciones de 600 a más de 3000 mm/año, en suelos salinos, arenosos, ácidos y hasta infértiles. Además, no tolera altos niveles freáticos. Por su adaptabilidad y rusticidad a condiciones difíciles de clima y suelo, se cultiva con mayor intensidad incrementando cada vez más las áreas de cultivo¹¹.

Suelo

Es el medio natural para el crecimiento de las plantas. Es un cuerpo natural que consiste en capas de suelo compuestas de materiales de minerales materia orgánica, aire, meteorizados y agua. El suelo es el producto final de la influencia del tiempo y combinado con topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), el clima, de materiales parentales (rocas y minerales originarios). Como resultado el suelo difiere de su material parental en su estructura, consistencia, textura, color y propiedades físicas, químicas y biológicas³⁴.

Importancia ecológica

Es una especie Secundaria. Tiende a mostrar a ser muy competitiva y una gran capacidad para establecerse como pionera en la regeneración secundaria. Es un árbol que abunda en las regiones tropicales⁹.

Del medio de enraizamiento o sustrato.

Un sustrato natural contiene los elementos en proporciones naturales para un desarrollo normal de la planta y un sustrato especial es la mezcla de componentes en proporciones por la intervención del hombre para compensar en forma favorable las necesidades de la

planta, para la germinación de las semillas y el enraizamiento de las estacas se usan diversos materiales y mezclas, precisando para que este resultado sea positivo el medio de enraizamiento debe tener las siguientes características, debe ser macizo y denso para mantener en su lugar las estacas o semillas durante su germinación o enraizamiento³⁵.

Su volumen debe mantenerse constante, seco o húmedo, debe contener humedad suficiente para evitar riego frecuente, debe ser poroso para que fluya el agua excesiva y tenga mejor aireación las raíces, debe estar libre de semillas de malezas, bajo nivel de salinidad y debe proporcionar una adecuada provisión de nutrientes si es que la planta permanece en el por un largo periodo³⁶.

Gallinaza

Es el estiércol o excremento de los pollos o de las gallinas. Es considerado como un excelente abono, calculándose su efecto superior en unas cuatro veces al estiércol normal de la cuadra. El excremento de gallina es modificado en riqueza fertilizante con las sustancias más o menos nitrogenadas que el animal ingiere pues su condición es omnívora. Haciendo entrar en su nutrición una cantidad considerable de materias animales como carne, pescados, sangre, etc. Una gallina de dos kilos de peso da en 24 horas unos 150 gramos de gallinaza en estado fresco y 57 kilos por año, si bien pierde una buena parte de su peso al secarse³⁷.

Aporte nutrimental de la gallinaza

Si se utiliza en forma correcta la gallinaza es un excelente fertilizante para los cultivos. Integra al suelo excelentes cantidades de nitrógeno, potasio, calcio, fósforo, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo aumenta el contenido de materia orgánica, conserva las propiedades físicas y químicas del suelo, mejora la fertilidad del mismo. La gallinaza comparando con los demás abonos orgánicos tiene un mayor contenido nutrimental³⁷.

Tabla N° 02: Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza.

Contenido nutrimental del estiércol de bovino comparado con la gallinaza (Castellanos, 1980)		
Nutriente	Estiércol de bovino	Gallinaza
Nitrógeno	14.2	34.7
Fósforo (P ₂ O ₅)	14.6	30.8
Potasio (K ₂ O)	34.1	20.9
Calcio	36.8	61.2
Magnesio	7.1	8.3
Sodio	5.1	5.6
Sales solubles	50	56
Materia orgánica	510	700

Fuente: Castellanos, 1980

Pollinaza

Excretas de aves de engorda (carne), desde su inicio hasta su salida a mercado, mezclado con desperdicio de alimento, plumas y materiales usados como cama³⁸.

Composición química de la pollinaza	
Materia seca	84.7 %
Proteína cruda	31.3 %
Proteína verdadera	16.7 %
Proteína digestible	23.3 %
Fibra cruda	16.8%
Grasa cruda	3.3 %
Elementos libres de nitrógeno	29.5%
Cenizas	15.0%
Total de nutrientes digestibles	72.5 %
Energía digestible	2440 Kcl/Kg
Calcio	2.37 %
Fosforo	1.8 %
Magnesio	0.44 %
Manganeso	225 mg/Kg
Sodio	0.54 %
Potasio	1.70 %
Cobre	98 mg/Kg
zinc	235 mg/Kg

Fuente: Barron, 2002

Cerdaza

Está formada por heces fecales y orina mezclados con el material utilizado como residuos de alimento, polvo, cama, otras partículas y una cantidad variable de agua proveniente de las labores de lavado y pérdidas desde los bebederos³⁹.

Composición química de la cerdaza	
Humedad	72.1 %
Proteína cruda	18.75 %
Extracto etéreo	10.9 %
Cenizas	19.29 %
FND	32.77 %
FAD	12.69 %
CNE	18.24 %
Calcio	4.45 %
Fosforo	0.25 %
Cobre	741.71 mg/Kg

Fuente: VDOKUMENTS, 2017

De las estacas.

Una estaca es una fracción del tallo de las hojas o de la raíz, es separada de la planta madre, es colocada bajo condiciones ambientales favorables y es inducido a formar raíces y tallos, dando producción a una nueva planta que es idéntica a la planta de la cual procede³⁶.

Del Humus de lombriz:

El humus ejerce efectos benéficos sobre las propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo y sobre la fisiología y nutrición de las plantas. Sobre las propiedades⁴⁰.

Beneficios del uso del humus de lombriz

El humus de lombriz contiene una carga elevada bacteriana y enzimática, permite su absorción por los sistemas de raíces y lo cual

beneficia en la solubilización de nutrientes. Además, mejora la retención de los mismos, es decir, impide que se laven fácilmente con el agua de riego. El humus beneficia la germinación de las semillas y al desarrollo inicial de las plantas, mejorando el porte comparados con otras plantas de la misma edad. Durante el proceso de trasplante ayuda a las plantas a ser más tolerantes a las condiciones de estrés. Los efectos fisiológicos de las sustancias húmicas son sumamente interesantes. Se indica que el efecto residual del humus de lombriz llega a durar hasta 5 años. La carga de microorganismos contenida en el humus de lombriz realiza una reactivación biológica del suelo, van contenidos especies de microorganismos que aportan en la nutrición de los cultivos⁴¹.

Composición química del humus de lombriz	
Humedad	30 – 60 %
pH	6.8 – 7.2
Nitrógeno	1 - 2.6 %
Fosforo	2 – 8 %
Potasio	1 - 2.5%
Calcio	2 – 8 %
Magnesio	1 – 2.5
Materia orgánica	30 – 70 %
Carbono orgánico	14 – 30 %
Ácido fulvónicos	14 – 30 %
Ácidos húmicos	2.8 – 5.8
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C/N	10 – 11 %

Fuente: Fertilab, 2017

Físicas, mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad retentiva del agua, mejora la aireación del suelo eleva la temperatura del suelo por su capacidad de absorber la radiación solar y mejora la capacidad de laboreo agrícola⁴⁰.

Química, aumenta la capacidad de intercambio catiónico de la solución del suelo, es fuente de Nitrógeno, Azufre y Fósforo, reacciona con el Aluminio de la solución del suelo transformándolo en Aluminio no

toxico, forma estructuras moleculares (quelatos) permitiendo la estabilización de nutrientes⁴⁰.

Biológicas, incrementa la actividad microbiana del suelo, permitiendo mayor biodegradabilidad de sustancias fitotóxicas, aumenta los productos resultantes del metabolismo microbiano como, vitaminas, hormonas (auxinas y giberelinas), ácidos orgánicos y antibióticos (estreptomycina y penicilina)⁴⁰.

Fisiología y Nutrición de las plantas, permite en algunos casos la formación de micorrizas permitiendo un incremento del área de absorción radicular, elevan la permeabilidad de las membranas vegetales y modifican la viscosidad del protoplasma de las células favoreciendo la entrada de sustancias nutritivas a las plantas, debido a la acción de las fitohormonas, produce una mejora en los procesos energéticos, regulan el estado de óxido reducción donde se desarrolla la planta, las sustancias húmicas elevan la actividad de la Aldolosa y Sacarosa lo cual permite una mayor acumulación de Carbohidratos solubles en la planta⁴⁰.

De la reproducción vegetativa:

Ciertas células (jóvenes principalmente) de las plantas, pueden crecer, potencialmente de forma indefinida, incluso pueden aislarse células de órganos y manifestar Totipotencia, es decir, llevar idéntica información genética, rejuvenecer y diferenciarse. Estas células totipotentes son similares al cigoto del que se originaron⁴².

1.3. Definición de términos básicos

Abonamiento. - Proceso de incorporación de material orgánico e inorgánico al suelo, con la finalidad de optimizar las características físico-químicas de la misma⁴³.

Abono. – Sustancia, natural o artificial, que mejora la fertilidad del suelo, proporcionando nutrientes a las plantas⁴³.

Análisis de varianza. – Procedimiento concebido para dividir la varianza total en fracciones, cada una de las cuales mide la variabilidad que puede atribuirse a los diversos niveles de uno o más factores (factores experimentales) utilizados como criterios de clasificación de las observaciones. Las observaciones se describen por un modelo lineal que consta de los componentes del error aleatorio de las observaciones (error experimental) y los efectos de clasificación (efectos principales de los factores y efectos de interacciones de la combinación de factores) ⁴³.

Aprovechamiento sostenible. Aprovechamiento de los componentes de la diversidad biológica (flora y fauna) de forma que no ocasione una disminución a largo plazo de la diversidad biológica de ninguno de sus componentes, manteniendo su potencial para satisfacer las necesidades y pretensiones de las generaciones presentes y futuras⁴³.

Biomasa. -Alude a toda materia orgánica procedente de plantas y desechos de animales susceptible de transformarse en energía, así como residuos provenientes de la actividad agrícola, desechos de origen forestal en aserraderos como aserrín, cortezas, podas, ramas y otros de carácter urbano aprovechables⁴³.

Cobertura vegetal. - s la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado, es decir es el resultado de la asociación espacio temporal de elementos biológicos

vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales. Las plantas de cobertura nunca son sembradas con el objetivo de cosecharlas y obtener beneficio económico de ellas, por el contrario, su objetivo es llenar algún vacío en tiempo o espacio del cultivo principal, y en el cual, el suelo permanece descubierto⁴⁴.

Coefficiente de variabilidad. – Cociente de la desviación típica respecto a la media, expresado en porcentaje. Permite comparar la precisión de ensayos diversos en que se mide la misma característica⁴³.

Carbohidrato. -También llamados hidratos de carbono son los azúcares, almidones y fibras que se encuentran en una gran variedad de alimentos como frutas, granos, verduras y productos lácteos. Se llaman hidratos de carbono, ya que a nivel químico contienen carbono, hidrógeno y oxígeno⁴³.

Estacas. - Las estacas son parte de tallos o raíces que tienen la posibilidad de formar una planta rápidamente. Para hacer una estaca, se comienza que la rama sea joven y que por lo menos tenga entre 5 a 10 nudos. El corte de la estaca se realiza en la parte de abajo recto justamente debajo del nudo y el corte de arriba realiza en diagonal por arriba del nudo⁴⁵.

Diseño experimental. – Un método de distribuir el muestreo o las unidades experimentales para minimizar el efecto de la variación causada por factores no controlados en el experimento, y para hacer posible estimar la magnitud de esos efectos en relación a los debidos a la variación de los tratamientos, la selección de tratamientos, la asignación de tratamientos a las unidades experimentales⁴³.

Duncan. - Es un test de comparaciones múltiples. Permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA⁴³.

Gallinaza. - Son las deyecciones de las aves de postura, este excremento es considerado como un excelente abono, aporta nutrientes como el N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo³⁷.

Pollinaza. - Es la excreta de las aves de engorda (carne), desde su inicio hasta su salida al mercado, está mezclado con desperdicios de alimento, plumas y material usado en la cama³⁷.

Prendimiento. - En las estacas es el proceso de encallamiento, enraizamiento y brotación de yemas. Los tres procesos son independientes: el callo se origina de células situadas entre la región cambial y el floema adyacente³⁷.

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 significativa³⁷.

Reproducción asexual. - También llamada reproducción vegetativa, consiste en que de un organismo se desprende una sola célula o trozos del cuerpo de un individuo ya desarrollado que, por procesos mitóticos, son capaces de formar un individuo completo genéticamente idéntico a él. Se lleva a cabo con un solo progenitor y sin la intervención de los núcleos de las células sexuales o gametos²⁵. Existen dos tipos de reproducción asexual en plantas: La Multiplicación vegetativa, asegura la perpetuación de individuos bien adaptados a ese medio y evolutivamente eficaces. Es muy común incluso en plantas superiores. Existen dos tipos: la fragmentación y la división celular que engloba la bipartición y la gemación. Por gérmenes: los gérmenes son células asexuales reproductivas que desarrollan directamente el individuo. Existen varios tipos: pluricelulares; los propágulos - y generalmente – unicelulares - las esporas²⁶.

CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

2.1. Variables y su operacionalización

➤ Variables

Variable Independiente (X):

X₁. Tipo de Estaca

X₂. Nivel de humus enriquecido de lombriz

Variable Dependiente (Y):

Y₁. Prendimiento.

Y₂. Enraizamiento.

Y₃. Número de hojas.

➤ Definición conceptual

- a) Tipo de estaca: De acuerdo a la posición en la planta pueden ser basales, intermedias o apicales.
- b) Nivel de humus enriquecido de lombriz: Base, materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, ya sea vegetal, animal o protista
- c) Prendimiento: Crecimiento de la planta después del trasplante.
- d) Enraizamiento: Numero de raíces por estacas en un determinado sustrato.
- e) Numero de hojas: Órganos verdes de forma laminar, que salen del tallo.

➤ Indicador

- a) Tipo de estaca
 - Número de plantas prendidas y enraizadas.
- b) Nivel de humus enriquecido de lombriz
 - Número de plantas prendidas y enraizadas.
- c) Prendimiento
 - Número de plantas prendidas.
- d) Enraizamiento
 - Número de plantas enraizadas.
- e) Numero de hojas

- Numero de hojas brotadas

➤ **Indice**

- a) Número de plantas prendidas y enraizadas.
 - %
- b) Número de plantas prendidas, número de plantas enraizadas y número de hojas brotadas
 - %

➤ **Instrumento**

- El instrumento utilizado es la libreta de campo y test de recolección de datos.

2.2. Formulación de la hipótesis

Hipótesis General

Los niveles de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento de las estacas de *Gliricidia sepium* (Matarratón) son eficientes en las condiciones empleadas.

Hipótesis Alterna

- Al menos uno de los niveles de humus enriquecido de lombriz empleados es más eficiente en el prendimiento de las estacas de *Gliricidia sepium*.
- Al menos uno de los niveles de humus enriquecido de lombriz empleado es más eficiente en el enraizamiento de las estacas de *Gliricidia sepium*.
- Al menos una de las estacas presenta mayor producción de hojas.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño metodológico

Tipo:

El presente trabajo de investigación corresponde a un diseño metodológico de tipo cuantitativo.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación corresponde al tipo experimental, utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA), con nueve (09) tratamientos y tres (03) repeticiones, prueba de TUKEY.

3.2. Población y muestra

Población:

La población sujeta al estudio fueron 729 estacas recolectadas para los nueve (09) tratamientos según su ubicación en la planta (Apical, Media y Basal). Por cada tratamiento se colocó 27 estacas con tres repeticiones.

Ubicación geográfica:

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los terrenos del fundo Zungarococha (Jardín Agrostológico) – Propiedad de la Facultad de Agronomía-UNAP, ubicado en el caserío de Zungarococha a 45 minutos en ómnibus de la ciudad de Iquitos, cuyas coordenadas geográficas son:

- Latitud Sur : 3°49'55.40"S
- Longitud Oeste : 73°22'6.05"O
- Altitud : 93 m.s.n.m.

Figura N° 02: Lugar de ejecución de la investigación (Jardín Agrostológico – Facultad de Agronomía-UNAP)



Fuente: Google Earth Pro

Clima:

La zona en estudio presenta un clima de bosque húmedo tropical, con una temperatura media anual de 26.5°C, una precipitación pluvial de 3,000 m.m/año y una humedad relativa de 83%.

Tamaño de la muestra de estudio

La muestra lo conformaron todas las 729 estacas recolectadas para el trabajo de investigación.

Tipo de muestreo y procedimiento de selección de la muestra

El tipo de muestro probabilístico fue el considerado para el trabajo de investigación. El muestreo fue al 100% por cada tratamiento en estudio.

Criterios de selección

- Criterios de inclusión

El método de investigación fue cuantitativo, porque se inició y desarrollo con ideas preconcebidas acerca de las variables en estudio.

- **Criterios de exclusión**

La poca accesibilidad actualmente al Taller de investigación, falta de drenajes en algunas áreas del terreno, no existe personal suficiente de campo para el cuidado y seguridad del trabajo, existencia de bovinos que pueden entrar y dañar el trabajo experimental.

3.3. Técnicas e instrumentos

Materiales

- Pala.
- Rastrillo
- Bolsa almaciguera de 2 kg.
- Estacas (apical, media y basal) de *Gliricidia sepium*.
- Gallinaza (excremento de aves de postura).
- Cerdaza (excremento de cerdo)
- Pollinaza (excremento de pollos de carne).
- Humus de lombriz (excremento de la lombriz *Eisenia foetida*)
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo.
- Paquete estadístico.

Tratamiento en estudio

Factores:

- a.- Tipo de estacas (A) b.- Nivel de humus enriquecido de lombriz (B)

Tabla N° 03: Niveles:

Factor (A)	Estaca apical	a1
	Estaca media	a2
	Estaca basal	a3
Factor (B)	Gallinaza/Humus	b1
	Pollinaza/Humus	b2
	Cerdaza/Humus	b3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 04: Combinaciones de los tratamientos:

Clave	Combinaciones	Tratamientos	Evaluación
T1	a1b1	Apical + Gallinaza-Humus	45 días
T2	a1b2	Apical + pollinaza-Humus	45 días
T3	a1b3	Apical + cerdaza-Humus	45 días
T4	a2b1	Media + Gallinaza-Humus	45 días
T5	a2b2	Media + Pollinaza-Humus	45 días
T6	a2b3	Media + cerdaza -Humus	45 días
T7	a3b1	Basal + Gallinaza-Humus	45 días
T8	a3b2	Basal + Pollinaza-Humus	45 días
T9	a3b3	Basal + cerdaza -Humus	45 días

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 05: Distribución de los tratamientos

		Tratamientos								
Repeticiones	R1	T3	T5	T7	T1	T9	T8	T4	T2	T6
	R2	T9	T4	T1	T2	T7	T5	T8	T6	T3
	R3	T5	T1	T4	T6	T2	T9	T3	T7	T8

Fuente: Elaboración propia

Del campo Experimental:

Largo 8 m.
 Ancho 4 m
 Calle 0.30 m
 Área 32 m²

Unidades Experimentales (UE):

Numero de tratamientos 09 Tratamientos
 Por tratamiento 27 Estacas
 Por bloques o repeticiones 03 Bloques
 Número total 729 Estacas/Bloques/Tratamientos

Del tratamiento:

Número de líneas	03 Líneas
Número de estacas por línea	09 Estacas
Distanciamiento entre líneas	05 cm
Distanciamiento entre plantas	05 cm

3.4. Procedimientos de recolección de datos.

Parámetros a evaluarse:

- A.- Prendimiento.** - Para evaluar este parámetro se contó el número de estacas vivas por cada tratamiento y repetición y por diferencia se obtuvo el total de plantas prendidas.

- B.- Enraizamiento.** - Para evaluar esta variable, antes de determinar esta muestra se remojó el cultivo para poder extraer la raíz en su totalidad, luego se hizo uso de una regla graduada en cm, esto se realizó para cada tratamiento.

- C.- Del número de hojas por planta.** - Para esta evaluación se contabilizó el número de hojas brotadas por tratamiento y repeticiones.

Fase de Campo:

- A. Ubicación del área antes de la Instalación del Experimento.**
Antes de instalar el experimento se eligió el área, cuya característica fue, suelo plano, buen drenaje, y con una cubierta que evite la radiación proveniente del sol.

- B. Preparación del Terreno.**
Elegida el área este se limpió y adecuo de tal manera que las bolsas almacigueras se acentuarán bien en el suelo.

C. Parcelación del Terreno.

Se elaboró con anterioridad en el gabinete un croquis del área, para ser desarrollado en el campo.

D. Siembra.

Llenada las bolsas almacigueras con los sustratos según los tratamientos en estudio se colocó en cada uno de ellas las estacas (apical, media y basal) con seis yemas cada uno según se indica en los tratamientos (3 yemas quedaron en la superficie y 3 yemas quedaron dentro del sustrato).

E. Aplicación de los abonos orgánicos

Se utilizaron los siguientes abonos orgánicos; gallinaza, poliniza, cerdaza y humus de lombriz, los cuales fueron incorporados al momento de preparación de las bolsas almacigueras, en cantidades de (2 kg/bolsa). En cada bolsa almaciguera se incorporó una proporción de 50/50 (abono orgánico correspondiente al tratamiento + Humus de lombriz).

F. Control de malezas

Esta función se realizó según la necesidad, y dependiendo de la incidencia de las malezas dentro de las bolsas almacigueras.

3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de los datos.

Los resultados obtenidos se analizaron en los estadísticos descriptivos, luego las medias se sometieron a la Prueba de Normalidad y Homogeneidad para determinar la igualdad y normalidad de las varianzas en estudio y conseguir la interpretación correcta de los resultados.

Para el procesamiento de datos se empleó el paquete estadístico computarizado "InfoStat-Statistical Software"; además, para el análisis de aplicación general se desarrolló bajo la plataforma de Windows.

En el análisis paramétrica, se utilizó el análisis de variancia (ANVA) con un nivel de significancia de 0.05, coeficiente de variación, las comparaciones independientes se efectuaron bajo la prueba estadística de Tukey.

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

5.1. ANVA del número de estacas prendidas a los 45 días

En la tabla N° 08, observamos el cuadro de Análisis de Varianza del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal) y “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus), y la combinación de los “Factores A x B”, con respecto a las estacas prendidas a los 45 días de evaluación, donde podemos observar alta diferencia estadística significativa para la variable tratamientos (y para los factores A, B y AB), el coeficiente de variabilidad es de 6.55% (Tabla N° 07) mostrando confianza de los datos obtenidos.

Tabla N° 06: Análisis de varianza del número de estacas prendidas a los 45 días

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ESTACAS PRENDIDAS	27	0.97	0.95	6.55

Fuente. Infostat

Tabla N° 07: Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) del número de estacas prendidas a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	2.07	2	1.04	0.73	0.4953
FA (Tipo de estaca)	574.74	2	287.37	203.51	<0.0001
FB (Nivel de humus)	29.63	2	14.81	10.49	0.0012
FA* FB	86.37	4	21.59	15.29	<0.0001
Error	22.59	16	1.41		
Total	715.41	26			

Fuente: Infostat

En las tablas N° 09 y 10, nos muestra el cuadro de efectos simples de la interacción del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal) y “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus), para el número de estacas prendidas a los 45 días, indicando diferencia significativa entre las interacciones evaluadas.

Tabla N° 08: Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB para el numero de estacas prendidas a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FBxFA1	38.89	2	19.44	7.95	0.0205
FBxFA2	43.56	2	21.78	15.08	0.0046
FBxFA3	33.56	2	16.78	75.50	0.0001
Error	22.59	16	1.41		
Total	715.41	26			

Fuente: Infostat

Tabla N° 09: Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA para el numero de estacas prendidas a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FAxFB1	88.67	2	44.33	28.50	0.0009
FAxFB2	124.22	2	62.11	79.86	<0.0001
FAxFB3	448.22	2	126.06	126.06	<0.0001
Error	22.59	16	1.41		
Total	715.41	26			

Fuente: Infostat

5.1.1. Prueba de Tukey del factor “A” N° de estacas prendidas a los 45 días.

En la tabla n° 08, de la prueba estadística de Tukey del Factor A de las estacas prendidas a los 45 días de evaluación, donde podemos observar que el factor “a2” (Estaca media) ocupa el primer lugar del Orden de Mérito con un promedio de 22 estacas prendidas, seguida del factor “a3” (Estaca basal) con un promedio de 20 estacas prendidas y en último lugar se ubica el factor “a1” (Estaca apical) con un promedio de 11 estacas prendidas. Además, el gráfico N° 01, nos muestra el efecto simple del factor “A” tipo de estaca (apical, media y basal) de estacas prendidas a los 45 días.

Tabla N° 10: Prueba de Tukey del factor “A” N° de estacas prendidas a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44541

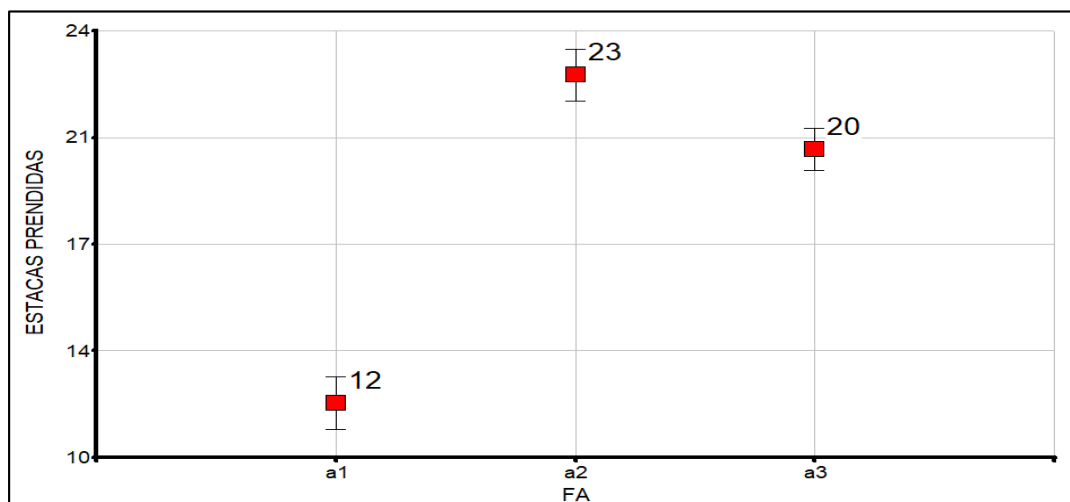
Error: 1.4120 gl:16

FA (TIPO DE ESTACA)	Medias	n	E.E.	
a2	23	9	0.40	A
a3	20	9	0.40	B
a1		9	0.40	C

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 01: Efectos simple del factor “A” N° de estacas prendidas a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.1.2. Prueba de Tukey del factor “B” N° de estacas prendidas a los 45 días.

En la tabla N° 12, de la prueba estadística de Tukey del Factor B de las estacas prendidas a los 45 días de evaluación, se puede observar que el factor “b3” (Cerdaza+Humus) ocupa el primer lugar del Orden de Mérito con un promedio de 18 estacas prendidas, de igual manera el factor “b2” (Pollinaza+Humus) con un promedio de 18 estacas prendidas y en último lugar se ubica el factor “b1” (Gallinaza+Humus) con un promedio de 16 estacas prendidas. Además, el gráfico N° 02, nos muestra el efecto simple del factor “B” nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus) de estacas prendidas a los 45 días.

Tabla N° 11: Prueba de Tukey del factor “B” N° de estacas prendidas a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44541

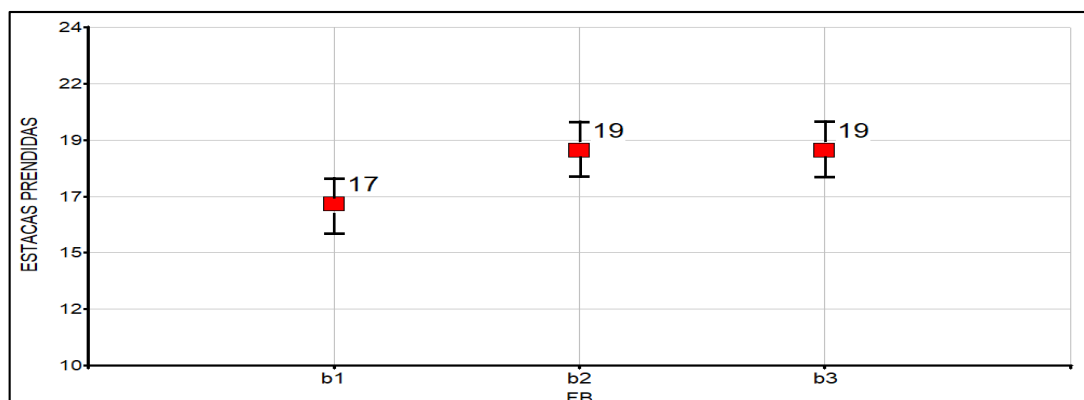
Error: 1.4120 gl:16

FB (NIVEL DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ)	Medias	n	E.E.	
b3	18.89	9	0.40	A
b2	18.89	9	0.40	A
b1	16.67	9	0.40	B

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 02: Efecto simple del factor “B” N° de estacas prendidas.



Fuente: Infostat

5.1.3. Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” N° de estacas prendidas a los 45 días.

En la tabla N° 13, de la Prueba Estadística de Tukey del factor “A” x factor “B” N° de estacas prendidas, evaluadas a los 45 días, se observa según el Orden de Mérito el factor “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) ocupa el primer lugar con 25 estacas prendidas, seguidas de los factores “a2b2” (Estaca media + Pollinaza-humus) con 23 estacas prendidas, y el factor “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) con 22 estacas prendidas y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b3” (Estaca apical + cerdaza-humus) con 9 estacas prendidas. Además, el gráfico N° 03, nos muestra la interacción del factor “A” y factor “B”, de estacas prendidas.

Tabla N° 12: Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” N° de estacas prendidas a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.45158

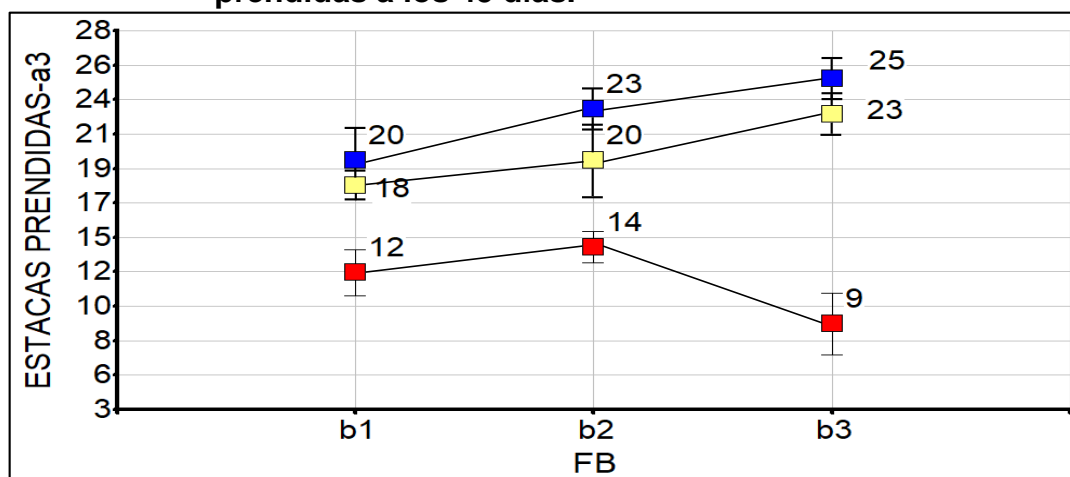
Error: 1.4120 gl:16

FA	FB	Medias	n	E.E.					
a2	b3	25	3	0.69	A				
a2	b2	23	3	0.69	A	B			
a3	b3	23	3	0.69	A	B			
a3	b2	20	3	0.69		B	C		
a2	b1	20	3	0.69		B	C		
a3	b1	18	3	0.69			C		
a1	b2	14	3	0.69				D	
a1	b1	12	3	0.69				D	E
a1	b3	09	3	0.69					E

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 03: Interacción del factor “A” x factor “B” N° de estacas prendidas a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.2. ANVA de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días

En la tabla N° 15, el cuadro de Análisis de Varianza del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal), “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus) y la combinación de los “Factores A x B”, con respecto a la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días de evaluación, donde podemos observar alta diferencia estadística significativa para la variable tratamientos (y para los factores A, B y AB), el coeficiente de variabilidad es de 13.27% (Tabla N° 14 mostrando confianza de los datos obtenidos).

Tabla N° 13: Análisis de varianza de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
LONGITUD DE RAIZ PROMEDIO (CM)	27	0.96	0.93	13.27

Fuente: Infostat

Tabla N° 14: Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	8.80	2	4.40	0.56	0.5845
FA	1861.09	2	930.54	117.43	<0.0001
FB	728.07	2	364.03	45.94	<0.0001
FA* FB	435.36	4	108.84	13.74	<0.0001
Error	126.79	16	7.92		
Total	3160.11	26			

Fuente: Infostat

En las tablas N° 16 y 17, nos muestra el cuadro de efectos simples de la interacción del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal) y “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus), para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días, indicando diferencia significativa entre las interacciones evaluadas.

Tabla N° 15: Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FBxFA1	1.28	2	.64	0.03	0.9707
FBxFA2	386.06	2	193.38	3762.99	<0.0001
FBxFA3	775.40	2	387.70	350.07	<0.0001
Error	126.79	16	7.92		
Total	3160.11	26			

Fuente: Infostat

Tabla N° 16: Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FAxFB1	353.79	2	176.90	10.99	0.0099
FAxFB2	556.39	2	278.19	136.00	<0.0001
FAxFB3	1386.27	2	693.14	155.65	<0.0001
Error	126.79	16	7.92		
Total	3160.11	26			

Fuente: Infostat

5.2.1. Prueba de Tukey del factor “A” N° de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

En la tabla N° 18, de la prueba estadística de Tukey del Factor A de la longitud de raíz promedio (cm) donde podemos observar que el factor “a2” (Estaca media) ocupa el primer puesto con un promedio de 32.07 cm, seguida del factor “a3” (Estaca basal) con un promedio de 19.65 cm y en último puesto el factor “a1” (Estaca apical) con valor de 11.91 cm. Además, el gráfico N° 04, nos muestra el efecto simple del factor “A” tipo de estaca (apical, media y basal) de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Tabla N° 17: Prueba de Tukey del factor “A” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.42413

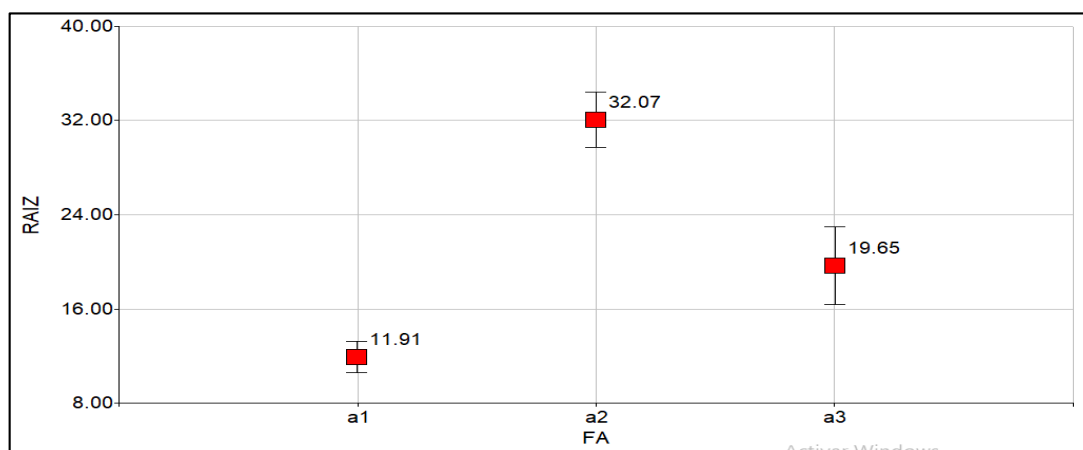
Error: 7.9243 gl:16

FA (TIPO DE ESTACA)	Medias	n	E.E.	
a2	32.07	9	0.94	A
a3	19.65	9	0.94	B
a1	11.91	9	0.94	C

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 04: Efecto simple del factor “A” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.2.2. Prueba de Tukey del factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

En la tabla N° 19, de la prueba estadística de Tukey del Factor B de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días de evaluación, se puede observar que el factor “b3” (Cerdaza+Humus) ocupa el primer lugar del Orden de Mérito con un promedio de 28.54 cm, seguida del factor “b2” (Pollinaza+Humus) con un promedio de 17.97 cm y en último lugar se ubica el factor “b1” (Gallinaza+Humus) con un promedio de 17.12 cm. Además, el gráfico N° 05, nos muestra el efecto simple del factor “B” nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus) de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Tabla N° 18: Prueba de Tukey del factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.42413

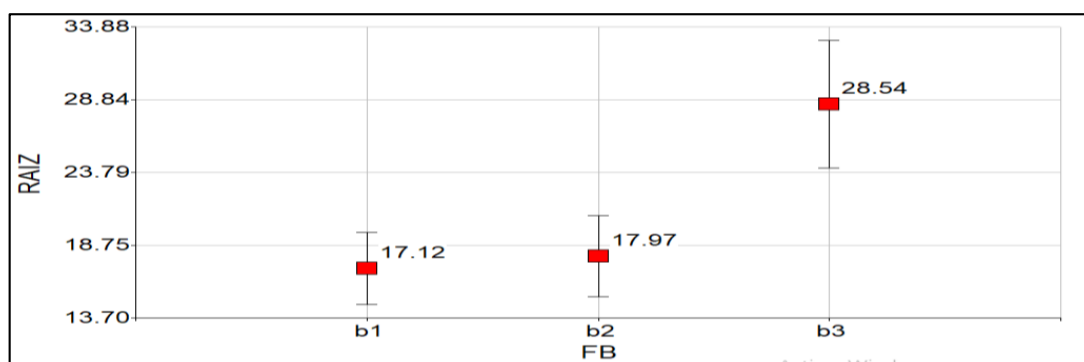
Error: 7.9243 gl:16

FB (NIVEL DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ)	Medias	n	E.E.	
b3	28.54	9	0.94	A
b2	17.97	9	0.94	B
b1	17.12	9	0.94	B

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 05: Efecto simple del factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.2.3. Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

En la tabla N° 20, de la prueba estadística de Tukey de la longitud de la raíz promedio (cm) evaluadas a los 45 días se observa según el Orden de Mérito el factor “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) ocupa el primer lugar con promedio de 41.17 cm, en segundo lugar se ubica el factor “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) con un promedio de 32.78 cm, en tercer lugar está el factor “a2b2” (Estaca media + pollinaza-humus) con un promedio de 29.05 cm, en cuarto el factor “a2b1” (Estaca media + gallinaza-humus) con un promedio de 25.98 y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b2” (Estaca apical + pollinaza-humus) con un promedio de 11.62 cm. Además, el gráfico N° 06, nos muestra la interacción del factor “A” y factor “B”, de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Tabla N° 19 Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.17666

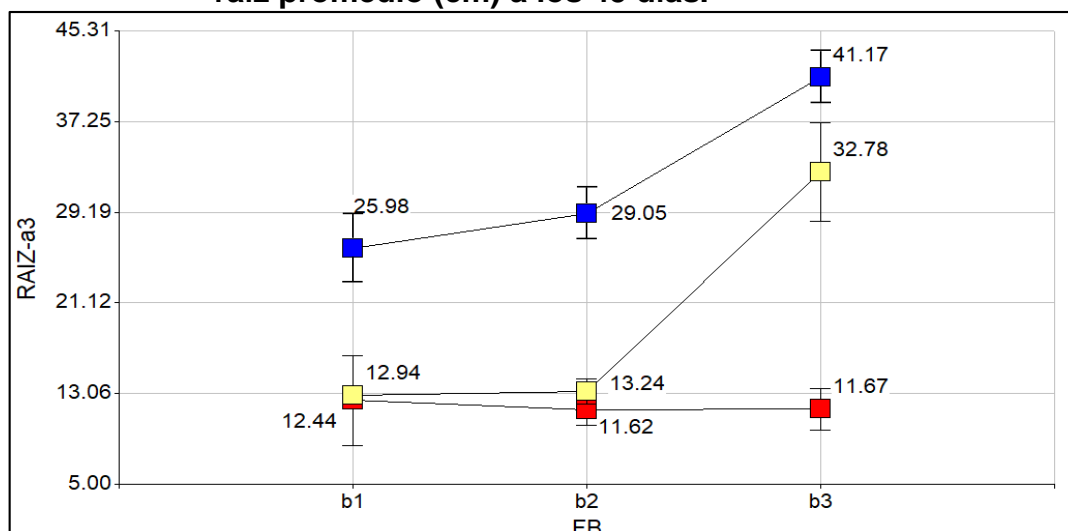
Error: 7.92.43 gl:16

FA	FB	Medias	n	E.E.	
a2	b3	41.17	3	1.63	A
a3	b3	32.78	3	1.63	B
a2	b2	29.05	3	1.63	B
a2	b1	25.98	3	1.63	B
a3	b2	13.24	3	1.63	C
a3	b1	12.94	3	1.63	C
a1	b1	12.44	3	1.63	C
a1	b3	11.67	3	1.63	C
a1	b2	11.62	3	1.63	C

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 06: Interacción del factor “A” x factor “B” de la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.3. ANVA del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días

En la tabla N° 22, observamos el cuadro de Análisis de Varianza del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal), “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus) y la combinación de los “Factores A x B”, con respecto al número de hojas promedio por estaca a los 45 días de evaluación, donde podemos observar alta diferencia estadística significativa para la variable tratamientos (y para los factores A, B y AB), el coeficiente de variabilidad es de 5.28% (Tabla N° 21) mostrando confianza de los datos obtenidos.

Tabla N° 20: Análisis de varianza del N° de hojas promedio por estaca.

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
NUMERO DE HOJAS (PROMEDIO)	27	0.99	0.99	5.28

Fuente: Infostat

Tabla N° 21: Cuadro de Análisis de la varianza (SC TIPO III) del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloques	4.67	2	2.33	1..60	0.2326
FA (Tipo de estaca)	1098.67	2	549.33	376.69	<0.0001
FB (Nivel de humus enriquecido de lombriz)	1476.22	2	738.11	506.13	<0.0001
FA* FB	913.78	4	228.44	156.65	<0.0001
Error	23.33	16	1.46		
Total	3516.67	26			

Fuente: Infostat

En las tablas N° 23 y 24, nos muestra el cuadro de efectos simples de la interacción del “Factor A” tipo de estaca (apical, media y basal) y “Factor B” el nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus), para la longitud de raíz promedio (cm) a los 45 días, indicando diferencia significativa entre las interacciones evaluadas.

Tabla N° 22: Cuadro de efectos simples de la interacción de FA x FB del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FBxFA1	52.67	2	26.33	21.55	0.0018
FBxFA2	220.22	2	110.11	141.57	<0.0001
FBxFA3	1739.56	2	869.78	326.17	<0.0001
Error	23.33	16	1.46		
Total	3516.67	26			

Fuente: Infostat

Tabla N° 23: Cuadro de efectos simples de la interacción de FB x FA del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
FAxFB1	16.67	2	8.33	2.59	0.1549
FAxFB2	340.67	2	170.33	191.63	<0.0001
FAxFB3	2032.67	2	1016.33	1829.40	<0.0001
Error	23.33	16	1.46		
Total	3516.67	26			

Fuente: Infostat

5.3.1. Prueba de Tukey del factor “A” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

En la tabla N° 25, de la prueba estadística de Tukey del Factor A del número de hojas promedio por estaca a los 45 días de evaluación, donde podemos observar que el factor “a3” (Estaca basal) ocupa el primer lugar del Orden de Mérito con un promedio de 28 hojas por estaca, seguida del factor “a2” (Estaca medio) con un promedio de 26 hojas por estaca y en último lugar factor “a1” (Estaca apical) con 14 hojas por estaca. Además, el gráfico N° 07, nos muestra el efecto simple del factor “A” tipo de estaca (apical, media y basal) de del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Tabla N° 24: Prueba de Tukey del factor “A” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.46892

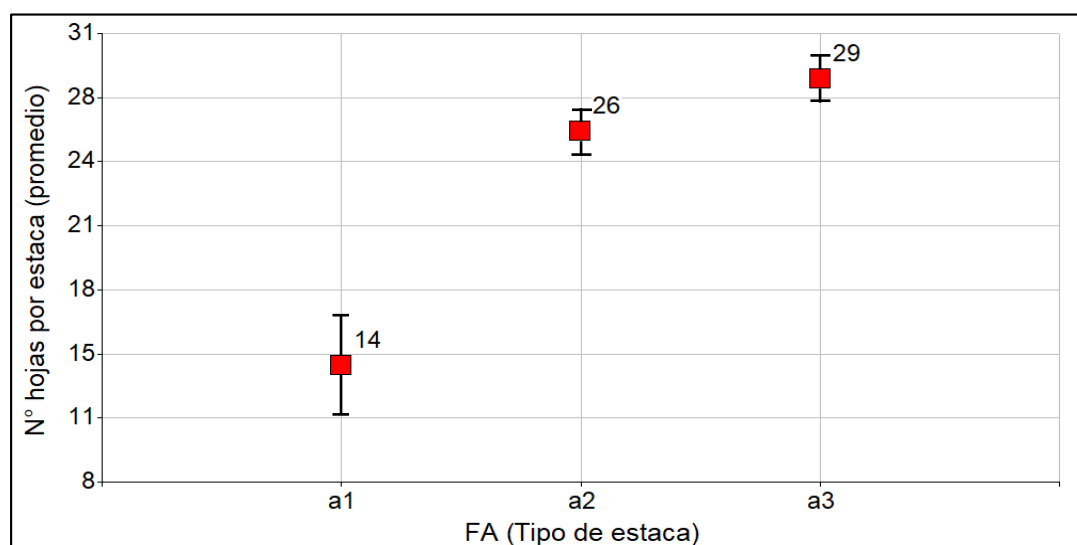
Error: 1.4583 gl:16

FA (TIPO DE ESTACA)	Medias	n	E.E.	
a3	29	9	0.40	A
a2	26	9	0.40	B
a1	14	9	0.40	C

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 07: Efecto simple del factor “A” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.3.2. Prueba de Tukey del factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

En la tabla N° 26, de la prueba estadística de Tukey del Factor B del número de hojas promedio por estaca a los 45 días de evaluación, se puede observar que el factor “b3” (Cerdaza+Humus) ocupa el primer lugar del Orden de Mérito con un promedio de 32 hojas por estaca, seguida del factor “b2” (Pollinaza+Humus) con un promedio de 19 hojas por estaca y en último lugar se ubica el factor “b1” (Gallinaza+Humus) con 16 hojas por estaca. Además, el gráfico N° 08, nos muestra el efecto simple del factor “B” nivel de humus enriquecido de lombriz (gallinaza-humus, pollinaza-humus y cerdaza-humus) del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Tabla N° 25: Prueba de Tukey del factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.46892

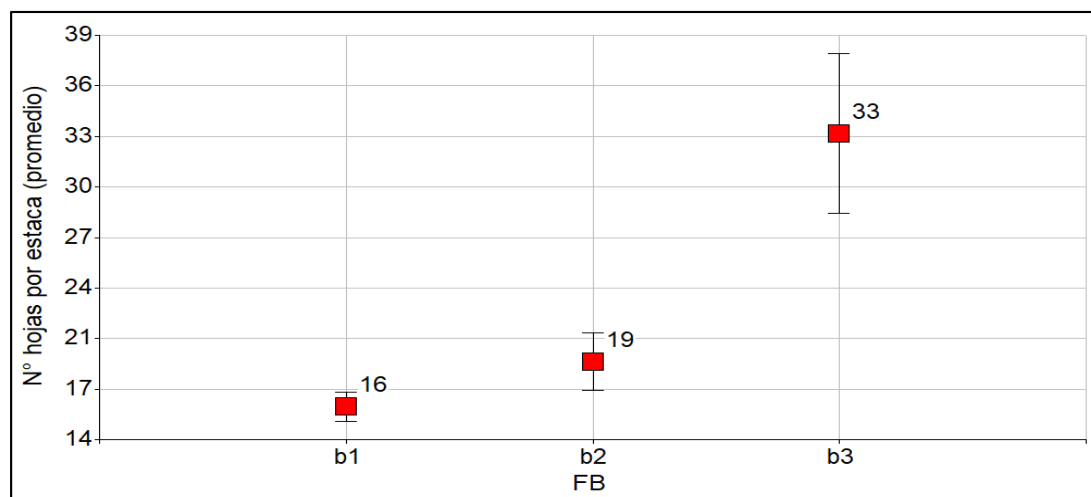
Error: 1.4583 gl:16

FB (NIVEL DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ)	Medias	n	E.E.	
b3	33	9	0.40	A
b2	19	9	0.40	B
b1	16	9	0.40	C

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 08: Efecto simple del factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.



Fuente: Infostat

5.3.3. Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

En la tabla N° 20, de la Prueba Estadística de Tukey del número de hojas por estaca evaluadas a los 45 días se observa según el Orden de Mérito el factor “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) ocupa el primer lugar con promedio de 49 hojas por estaca, en segundo lugar se ubica el factor “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) con un promedio de 34 hojas por estaca, en tercer lugar está el factor “a2b2” (Estaca media + pollinaza-humus) con un promedio de 24 hojas por estaca y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b2” (Estaca apical + pollinaza-humus) con un promedio de 12 hojas por estaca. Además, el grafico N° 09, nos muestra la interacción del factor “A” y factor “B”, del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Tabla N° 26: Prueba de Tukey del factor “A” x factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.17666

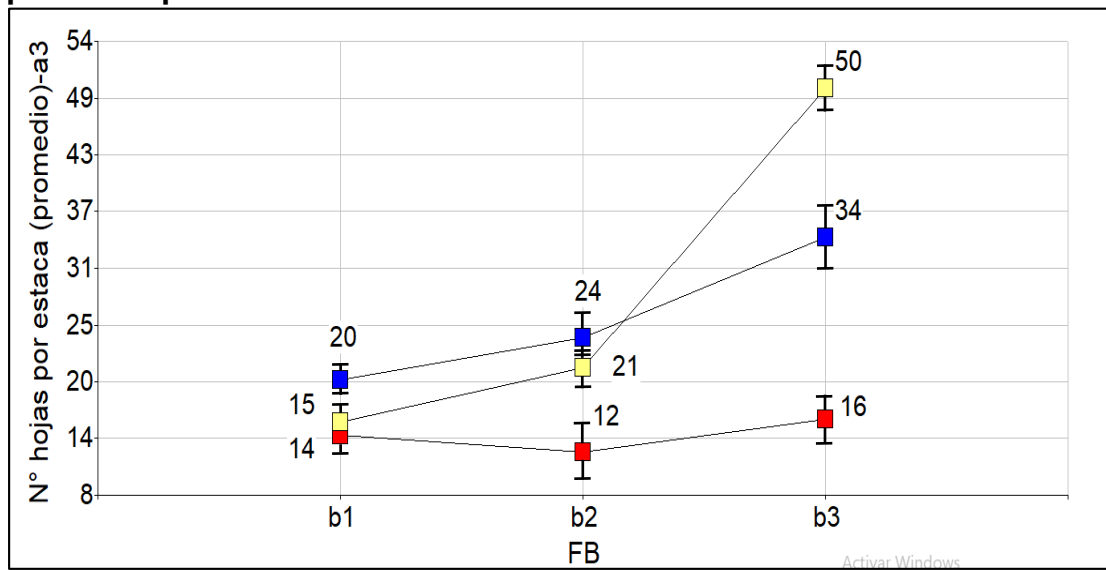
Error: 7.92.43 gl:16

FA (TIPO DE ESTACA)	FB (NIVEL DE HUMUS ENRIQUECIDO DE LOMBRIZ)	Medias	n	E.E.				
a3	b3	50	3	0.70	A			
a2	b3	34	3	0.70		B		
a2	b2	24	3	0.70			C	
a3	b2	21	3	0.70			C	D
a2	b1	20	3	0.70				D
a1	b3	16	3	0.70				E
a3	b1	15	3	0.70				E
a1	b1	14	3	0.70				E
a1	b2	12	3	0.70				E

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

Fuente: Infostat

Gráfico N° 09: Interacción el factor “A” x factor “B” del N° de hojas promedio por estaca a los 45 días.



Fuente: Infostat

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Concluido el ensayo se asume las siguientes discusiones:

Referente al prendimiento

Según la prueba estadística de Tukey el número de estacas prendidas evaluadas a los 45 días, podemos indicar que el factor “a2b3” correspondiente a la estaca media (1.5 cm de diámetro promedio) + cerdaza-humus de lombriz, posee el mayor prendimiento de estacas con un valor de 25 estacas prendidas, seguida del factor “a2b2” correspondiente a la estaca media (1.5 cm de diámetro promedio) + pollinaza-humus de lombriz con un valor de 23 estacas prendidas y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b3” correspondiente a la estaca apical (1.0 cm de diámetro promedio) + cerdaza-humus de lombriz con un valor de 9 estacas prendidas. Cabe resaltar que las estacas fueron extraídas de árboles con características fitosanitarias óptimas. Por otra parte², informan que al sembrar matarratón utilizando estacas cortas y gruesas se evidencia un alto porcentaje de brotación, como resultado de la eficiencia relativa de siembra. Por su parte, los efectos indirectos se relacionan con la disminución del peso y el volumen del material vegetativo requerido para la siembra, lo que se podría asociar a los costos, tiempo, esfuerzo y requerimientos de mano de obra. De igual manera³, anuncian que para obtener una mayor eficiencia agronómica en la propagación vegetativa de la *Gliricidia sepium*, la siembra horizontal de estacas debe hacerse con estacas cortas de longitudes entre 10 – 20 cm y diámetros mayores de 4,5 cm o con longitudes de 10 cm y diámetros mayores de 5 cm. Al respecto, además, se indica que, para un buen establecimiento o propagación, debe utilizarse estacas con espesor mayor de seis centímetros y una edad superior a los seis meses de edad, asegurando así, mayor contenido de materia verde y porcentaje de establecimiento.

Referente al enraizamiento

Según la prueba estadística de Tukey la longitud raíz promedio (cm) evaluadas a los 45 días, podemos indicar que el factor “a2b3” correspondiente a la estaca media + cerdaza-humus de lombriz, posee la mayor longitud de raíz promedio (cm) con un valor de 41.17 cm, seguida del factor “a2b2” correspondiente a la estaca basal + cerdaza-humus de lombriz con un valor de 32.78 cm y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b2” correspondiente a la estaca apical + pollinaza-humus de lombriz con un valor de 11.62 cm. Como complemento⁵, indica que el enraizamiento del matarratón responde muy bien a las aplicaciones de abonos orgánicos como gallinaza, porquinaza, compost o mantillo, cuando está sembrada en suelos infértiles o poco fértiles y que no necesita la aplicación de abonos químicos y menos aquellos a base de nitrógeno como la urea, ya que limitan la producción de bacterias nitrificantes.

De las evidencias anteriores⁴⁶, informa que a los 24 días de la evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos. Se comprueba que en el tratamiento con estacas de 1.5 m + Biol se obtiene la mayor longitud radicular con 56 cm, superando al tratamiento sin Biol. Esto indica una respuesta favorable por la aplicación del Biol, en las estacas con incremento en longitud, mejorando la respuesta de las estacas a 0.5 y 1.0

Referente al número de hojas

Según la prueba estadística de Tukey el número de hojas por estacas evaluadas a los 45 días, podemos indicar que el factor “a3b3” correspondiente a la estaca basal + cerdaza-humus de lombriz, posee el mayor número de hojas por estacas con un valor de 49 hojas por estaca, seguida del factor “a2b3” correspondiente a la estaca media + cerdaza-humus de lombriz con un valor de 34 hojas por estaca y así sucesivamente hasta llegar al último Orden de Mérito el cual lo ocupa el factor “a1b2” correspondiente a la estaca apical + pollinaza-humus de lombriz con un valor de 12 hojas por estaca. Sobre la base de las ideas expuestas⁴⁶, informa que a los 24 días de la evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos. Se comprueba que en el tratamiento con estacas de 1.5 m + Biol, se obtiene el mayor número de hojas 14, superando al tratamiento sin Biol. Esto indica una respuesta favorable por la aplicación del Biol, en las estacas con incremento en longitud, mejorando la respuesta de las estacas a 0.5 y 1.0 m con número de hojas de 7 y 12 respectivamente.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Actualmente el cambio climático es un evento irreversible que afecta a todo el mundo, repercutiendo en la salud, la alimentación, ecosistemas, medio ambiente, etc., ante ello los actuales proyectos sean cual fueran deben desarrollarse bajo un esquema de amistad entre la naturaleza y el ambiente con la finalidad de disminuir el efecto negativo ambiental, ante este panorama es sabido que la producción de forraje ayuda a minimizar el efecto invernadero ya que los pastos toman el CO₂ y lo transforman en alimento para su desarrollo vegetativo y la especie *Gliricidia sepium* (Fabácea) es puede ser utilizado en la alimentación y como cercos vivos en la producción pecuaria. Con el presente trabajo se pudo demostrar la propagación de la especie mediante estacas en diferentes tipos de abonos orgánicos.

Nuestra propuesta del presente ensayo es tener información validada sobre el enraizamiento y prendimiento de estacas de *Gliricidia sepium* de diferentes fracciones del arbusto (apical, media y basal) sembradas con humus enriquecido de lombriz más gallinaza, pollinaza y cerdaza y, que esta información sirva al criador para utilizarla como alimentación de sus animales, como cercos vivos, como leña, etc., minimizando la deforestación de muchas áreas de crianza ya que es una especie a la cual se lo puede dar múltiples usos.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES

De acuerdo a los valores encontrados en el presente trabajo de investigación evaluado a los 45 días se asume las siguientes conclusiones:

1. El número de estacas prendidas evaluadas a los 45 días, el factor "a2b3" (Estaca media + cerdaza-humus) ocupó el primer lugar con 25 estacas prendidas, seguida de los factores "a2b2" (Estaca media + Pollinaza-humus) con 23 estacas prendidas y factores "a3b3" (Estaca basal + cerdaza-humus) con 22 estacas prendidas.
2. El efecto simple del Factor A del N° de estacas prendidas, el Factor a2 (estaca media) es el mejor tipo de estaca.
3. El efecto simple del Factor B del N° de estacas prendidas, los Factores b3 (Cerdaza-humus) y b2 (Pollinaza-humus) son los mejores niveles de humus enriquecido de lombriz.
4. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con gallinaza (Factor b1), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente al n° de estacas prendidas.
5. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con pollinaza (Factor b2), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente al n° de estacas prendidas.
6. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con cerdaza (Factor b3), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente al n° de estacas prendidas.
7. Para el tipo de estaca apical (Factor a1), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b2 (Pollinaza-humus), correspondiente al N° de estacas prendidas.
8. Para el tipo de estaca media (Factor a2), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente al N° de estacas prendidas.
9. Para el tipo de estaca basal (Factor a3), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente al N° de estacas prendidas.

10. La longitud de raíz promedio (cm) evaluadas a los 45 días, el factor “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) ocupó el primer lugar con un promedio de 41.17 cm, seguida de los factores “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) con un promedio de 32.78 cm y el factor “a2b2” (Estaca media + pollinaza-humus) con un promedio de 29.05 cm.
11. El efecto simple del Factor A de la longitud de raíz promedio (cm), el Factor a2 (estaca media) es el mejor tipo de estaca.
12. El efecto simple del Factor B de la longitud de raíz promedio (cm), el factor b3 (Cerdaza-humus) es el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz.
13. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con gallinaza (Factor b1), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
14. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con pollinaza (Factor b2), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
15. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con cerdaza (Factor b3), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
16. Para el tipo de estaca apical (Factor a1), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b1 (Gallinaza-humus), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
17. Para el tipo de estaca media (Factor a2), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
18. Para el tipo de estaca basal (Factor a3), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente a la longitud de raíz promedio (cm).
19. En número de hojas promedio por estaca evaluadas a los 45 días, el factor “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) ocupó el primer lugar con un promedio de 49 hojas por estaca, seguido del factor “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) con un promedio de 34 hojas por estaca y el factor “a2b2” (Estaca media + pollinaza-humus) con un promedio de 24 hoja por estaca.

20. El efecto simple del Factor A del N° de hojas promedio por estaca, el Factor a3 (estaca basal) es el mejor tipo de estaca.
21. El efecto simple del Factor B del N° de hojas promedio por estaca, el factor b3 (Cerdaza-humus) es el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz.
22. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con gallinaza (Factor b1), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
23. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con pollinaza (Factor b2), el mejor tipo de estaca es el Factor A2 (Estaca media), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
24. Para el nivel de humus enriquecido de lombriz con cerdaza (Factor b3), el mejor tipo de estaca es el Factor A3 (Estaca basal), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
25. Para el tipo de estaca apical (Factor a1), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
26. Para el tipo de estaca media (Factor a2), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
27. Para el tipo de estaca basal (Factor a3), el mejor nivel de humus enriquecido de lombriz es el Factor b3 (Cerdaza-humus), correspondiente al N° hojas promedio por estaca.
28. El mejor nivel de humus enriquecido de lombriz fue el "Factor b3", correspondiente a la "Cerdaza+Humus"; y la mejor parte de la planta en mostrar prendimiento, enraizamiento y brotamiento de las primeras hojas fue el "Factor a2", correspondiente a la "Estaca Media".

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

1. Emplear los factores “a2b3” (Estaca media + cerdaza-humus) y el factor “a3b3” (Estaca basal + cerdaza-humus) para obtener respuesta favorable referente al prendimiento, enraizamiento y numero de hojas, del *Gliricidia sepium* (Mata ratón) cuando se quiera propagar por medio de estacas. Tener en cuenta también que el factor “a2b2” (Estaca media + pollinaza-humus) es otra alternativa en tener en cuenta.
2. Tener en consideración también los tratamientos con las estacas basales más el humus enriquecido con los abonos orgánicos anteriormente mencionados es otra alternativa de tener en cuenta para la propagación por estacas de esta especie; mas no es recomendable utilizar las estacas apicales debido a que son muy jóvenes y presentan poco material de reserva para su propagación tal como se demostró en el presente trabajo de investigación.
3. Realizar estudio con diferentes niveles de humus de lombriz con otros tipos de abonos orgánicos en otras especies forrajeras de propagación vegetativa (Poaceas y Fabáceas) ya que es una alternativa de producir alimento para los animales sin perjudicar el medio ambiente y ecosistema.
4. Estandarizar el diámetro de la estaca de *Gliricidia sepium* (Mata ratón) al momento de realizar la investigación, debido a que posiblemente sea un factor que influye en lo resultados, favoreciendo a ciertas estacas que poseen mayor diámetro a los demás, teniendo más facilidades al momento de absorber los nutrientes de los abonos aplicados.

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elevitch R. y Francis J. *Gliricidia sepium* (Gliricidia). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry www.traditionaltree.org, ver.2.1: 1-18. 2006.
2. Contreras V. y Ochoa A. Estacas cortas y gruesas: Una opción agronómica para la siembra vegetativa de *Gliricidia sepium*. Zootecnia Tropical., 21(4):413-423. 2003.
3. Vásquez P. y Quintero F. Nota Técnica. Efecto del diámetro de las estacas de matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre el crecimiento de sus ramas laterales. Rev. Zoot. Trop. 13(1): 113. 1995.
4. Chamorro D. y Arcos J. Producción y utilización estratégica del forraje de cercas vivas de Matarratón *Gliricidia sepium* como suplemento para bovinos de levante” Manual Técnico, CORPOICA. Los Sistemas Silvopastoriles en la ganadería bovina del trópico bajo colombiano.p.61 – 68. 2002.
5. Aldana M. Matarratón o madre de cacao (*Gliricidia sepium*) Una alternativa de sombrío en un sistema agroforestal para el cultivo de cacao. Programa MIDAS de USAID. 2009.
6. García E., Medina G., Cova L., Soca M., Pizzani P., Baldizán A. y Dominguez C. Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Tropical., 26(3): 191-196. 2008.
7. Sistemas agrosilvopastoriles. Curso Sistemas de Producción para minimizar el efecto del cambio climático. Pucallpa. 2017.
8. Van Den Enden H., Aosta C., Gomez M y Restrepo J. Reporte de Investigación CIPAV: Cali (2), 1 16. 1989.
9. Catie. Madreado, especie de árbol de uso múltiple en América Central. Guía Silvicultural. Informe técnico 180. Turrialba, Costa Rica. 79. 1991.
10. Araque C., Arrieta G., Sánchez A. y Sandoval E. Efectos de la edad del rebrote y tasa de crecimiento del matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre su bromatología y minerales. Zootecnia Trop., 20(2): 191-203. 2002.
11. Gomez. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente de proteína. Cali. Colombia. Ed. CIPAV. 146p.1997.

12. Thangata P., y Alavalapati J. Agroforestry adoption in southern Malawi: the case of mixed intercropping of *Gliricidia sepium* and maize. *Agricultural Systems.*, 78(1): 57-71. 2003
13. Herath H., Dassanayake R., Priyadarshan A., De Silva S., Wannigama G., Jaime J. Isoflavonoids and a pterocarpan from *gliricidia sepium*. *Phytochemistry*, 47(1): 117-119. 1998
14. Montes M., Luna G., Espinoza P., Govaert B., Gutierrez M., Dendooven L. Are extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss. (L.)) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection.*, 27(3-5): 763-774. 2008.
15. Kimaro A., Timmer V., Mugasha A. y Chamshama S. Nutrient use efficiency and biomass production of tree species for rotational woodlot systems in semi-arid Morogoro, Tanzania. *Agroforestry Systems.*, 71(3): 175-184. 2007.
16. Chirwa P. Ong C., Maghembe J., & Black C. Soil water dynamics in cropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeon pea and maize in southern Malawi. *Agroforestry Systems.*, 69(1): 29-43. 2007.
17. Clavero T. Establecimiento vegetativo de *Gliricidia sepium*. *Revista científica Vol XII-Suplemento 2*, 587-588, pág. 2. 2002.
18. Morales Y Varón. 2013. Obtenido de: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/229>
19. Clavero T., Obando O. y R. Van Praag. Efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* en vacas lecheras en producción. *Pastos y Forrajes.* 19(1): 89-91. 1996.
20. Leng R. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en rumiantes. In: *Memorias del Seminario-Taller sobre Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales.* Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. Tomo II. pp 1-24. 1988.
21. Chadokar P. *Gliricidia maculata*, una leguminosa forrajera prometedor. *Revista Mundial de Zootecnia*, 44: 36-43. 1982.

22. Benavides J. Investigación en árboles forrajeros. Reporte del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 1983.
23. Simón L. Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en las fincas ganaderas. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 41. 1996
24. Glover N. *Gliricidia* production and use. Nitrogen Fixing Tree Association. Waimanalo, USA. 44 p. 1989.
25. Monsalve J. Reproducción-asexual-en-las-plantas. 2009. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://jhonyseña.blogspot.com/2009/08/reproduccion-asexual-en-las-plantas.html>
26. Rocha E. Reproducción Sexual y Asexual de las plantas. 2013. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://biologiabasicatec83.blogspot.com/2013/03/la-reproduccion-sexual-y-asexual.html>
27. Lizarado Y. REPRODUCCIÓN SEXUAL. 2014. Obtenido de <http://es.slideshare.net/hanna8435/reproduccion-sexual-y-asexual-en-plantas>
28. Herrera G. Utilización del follaje de mataratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de becerros en crecimiento pre-destete. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. 75 p. 1994.
29. Chongo B., Delgado D. y Galindo J. Manipulación de la fermentación ruminal en dietas fibrosas. Informe final. Instituto Ciencia Animal. La Habana Cuba. 1998.
30. Reveron A., Rodríguez J.; Montilla. Posibilidades de la *Gliricidia sepium* en la alimentación animal. Rev. Fac. Agron.-U.C.V (Alcance). 35: 193-203. 1986.
31. Razz R. Prácticas agronómicas en leguminosas forrajeras arbóreas. IV Curso Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Facultad de Agronomía. 1994.
32. Chacon E., Virguez G., Camacaro S., Soler P., Torres A. y Arriojas L. Caracterización de la arquitectura de leguminosas forrajeras arbustivas.

- Resúmenes Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp. 63-64. 1996.
33. Escobar A. Estrategias para la suplementación alimenticia de rumiantes en el trópico. En Clavero T. (Ed) Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Universidad del Zulia. Maracaibo. pp. 76-93. 1996.
 34. FAO. (2016). [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/>
 35. Maury L. "Manual de vivero Forestal". Boletín técnico N° 01. Instituto Nacional de Desarrollo de la Cuenca del Rio Putumayo. PEDIP-Perú. 21 pág. 1995.
 36. Hudson. "Propagación de plantas". 7^{ma} Impresión. Editora Continental. México 733 pág. 1995.
 37. Wikipedia. 2021. Obtenido de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Gallinaza>
 38. Barron J. Uso de pollinaza en la alimentación de rumiantes. 2002. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/1/161.pf>
 39. Vdocuments. Cerdaza, gallinaza y pollinaza. Mexico. 2017. [Sitio en internet]. Disponible en: file:///C:/Users/pc/Downloads/vdocuments.mx_cerdaza-gallinaza-y-pollinaza.pdf
 40. Silva G. "Efectos de la excreta de lombriz *Eisenia foetida*. Sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y en fisiología y nutrición de la planta". Folleto. I Curso de Instalación y Manejo de una planta de lombricultura. UNAP. Iquitos. 15 pág. 1993.
 41. Fertilab. Humus de lombriz. 2017. [Sitio en internet]. Disponible en: <https://www.notasagropecuariasjaviermarin.blogspot.com/2017/08/el-humus-de-lombriz.html>.
 42. Soplin R. "Análisis del crecimiento vegetal". 1ra. Edición. Editorial DERVICOPIAS. UNAP. Facultad de Agronomía. 64 pág. 1999.
 43. Velez R. Diccionario forestal. España: Sociedad Española de Ciencias Forestales. 1314 pág. ISBN: 84-8476-189-4. 2005.
 44. Tareas B. Cobertura Vegetal. 2011. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Cobertura-vegetal/3247434.html>

45. Wil. Métodos de reproducción asexual o vegetativa. 2012. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://agropecuarios.net/metodos-de-reproduccion-asesual-o-vegetativa.html>
46. Acuña J. Evaluación morfológica en la propagación vegetativa de *Gliricidia sepium* (yuca de ratón), en cafetales de un año del cantón jipijapa. Tesis (Magister en manejo y aprovechamiento forestal). Ecuador Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 55 pág. 2016.

ANEXOS

Anexo 1.

Prueba de normalidad y homogeneidad de estacas prendidas a los 45 días

Prueba de normalidad de estacas prendidas a los 45 días.

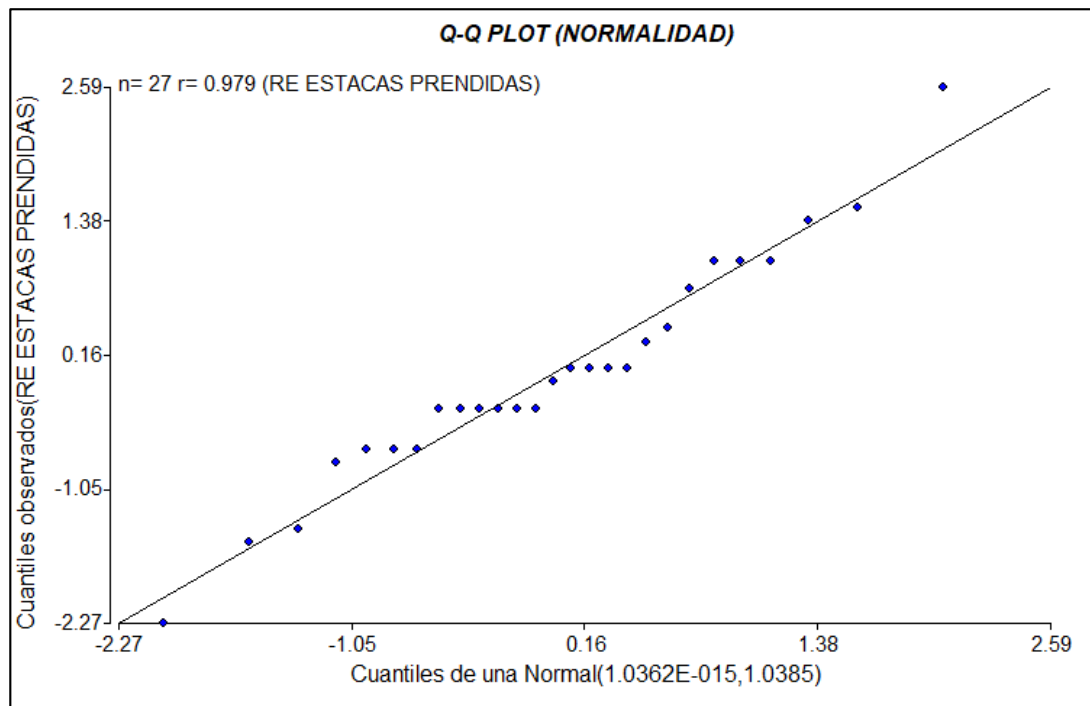
Tabla N° 27: Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) de estacas prendidas a los 45 días.

Shapiro-Wilks modificado

Variable	N	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO ESTACA PRENDIDAS	27	0.00	0.97	0.97	0.9096

Fuente: Infostat

Gráfico N° 10: Q-Q PLOT (NORMALIDAD) de estacas prendidas a los 45 días



Fuente: Infostat

Prueba de homogeneidad de estacas prendidas a los 45 días

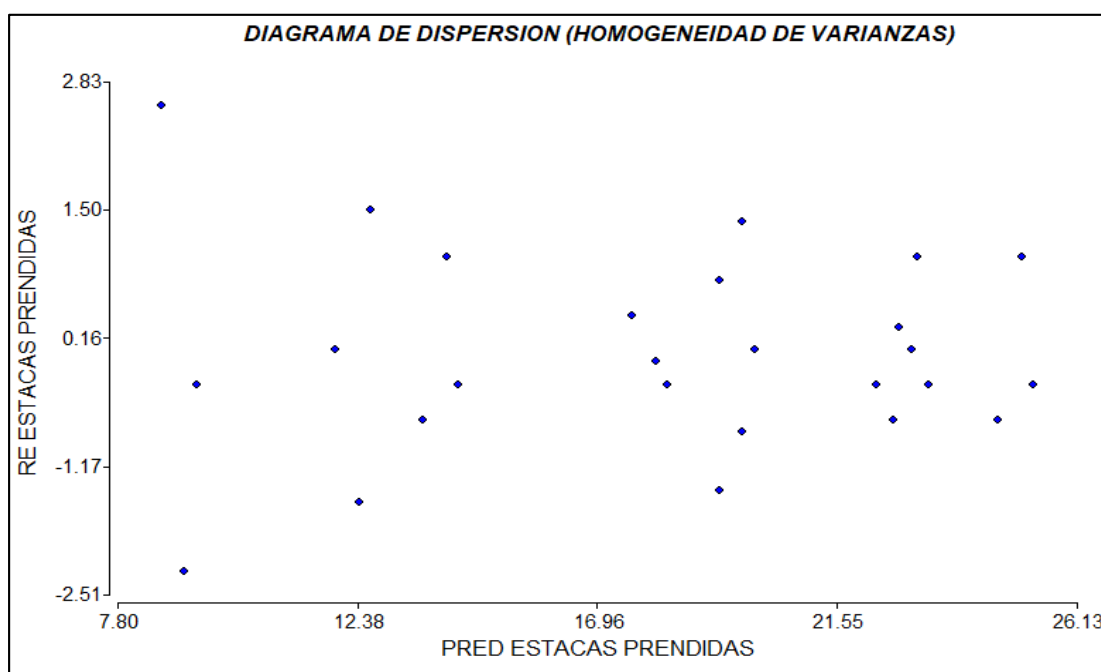
Tabla N° 28: Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de estacas prendidas a los 45 días.

Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.36	6	0.56	1.71	0.1696
FA* FB	1.59	4	0.37	1.14	0.3651
Bloques	1.86	2	0.93	2.85	0.0812
Error	6.53	20	0.33		
Total	9.89	26			

Fuente: Infostat

Gráfico N° 11: Diagrama de dispersión de estacas prendidas a los 45 días.



Fuente: Infostat

Anexo 2

Prueba de normalidad y homogeneidad del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días

Prueba de normalidad del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.

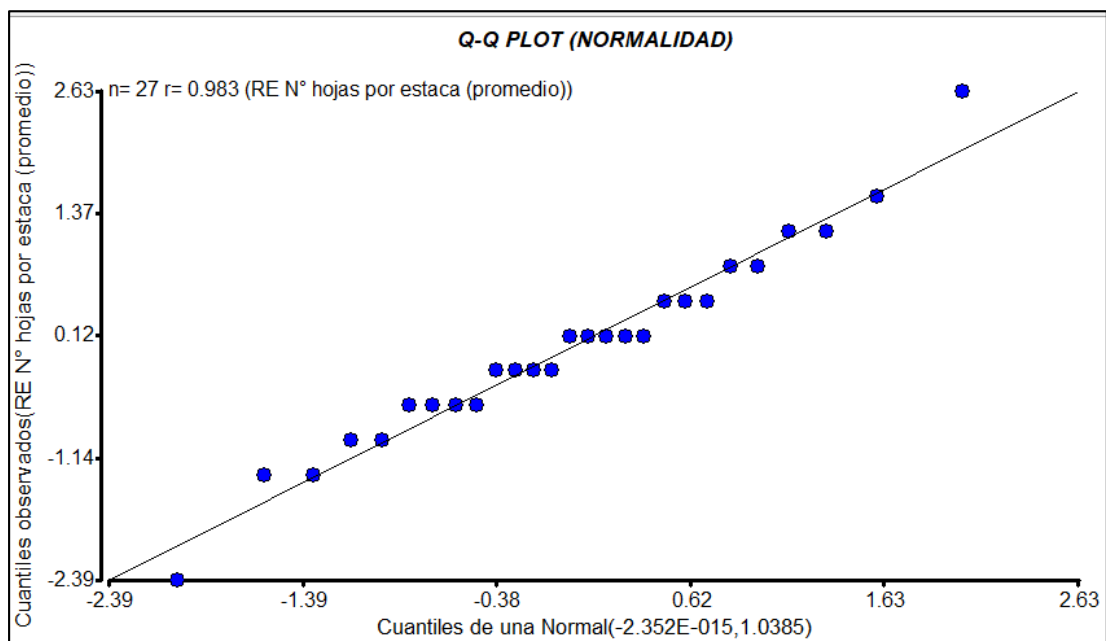
Tabla N° 29: Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.

Shapiro-Wilks modificado

	Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
	N° HOJAS					
RDUO	POR ESTACA (PROMEDIO)	27	0.00	0.95	0.99	0.9917

Fuente: Infostat

Gráfico N° 12: Q-Q PLOT (NORMALIDAD) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.



Fuente: Infostat

Prueba de homogeneidad del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días

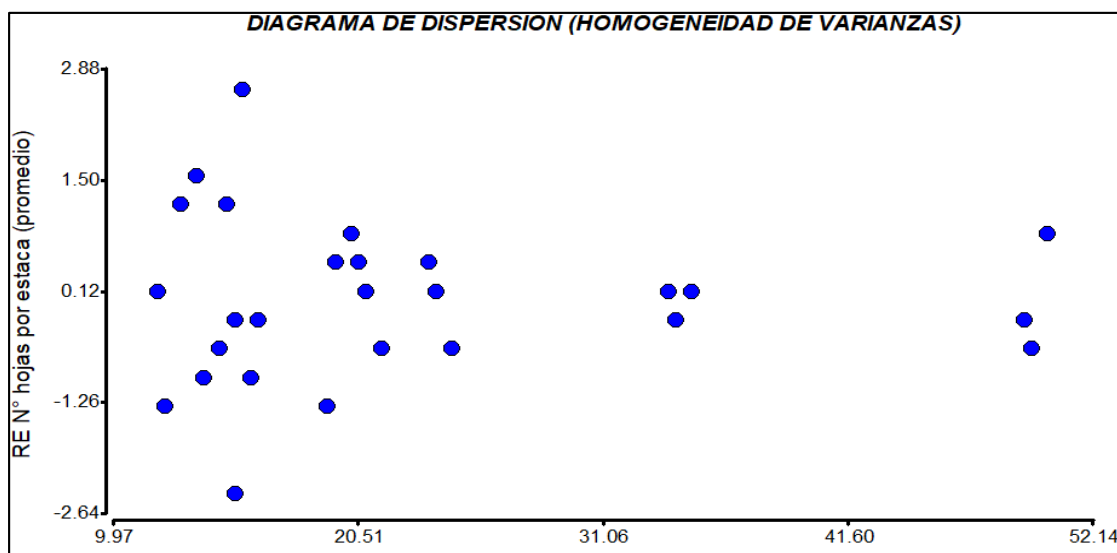
Tabla N° 30: Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.

Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	918.44	6	153..07	1.18	0.3569
FA* FB	913.78	4	228.44	1.76	0.1769
Bloques	4.67	2	2.33	0.02	0.9822
Error	2598.22	20	129.91		
Total	3516.67	26			

Fuente: Infostat

Gráfico N° 13: Diagrama de dispersión del N° de hojas (promedio) por estaca a los 45 días.



Fuente: Infostat

Anexo 3

Prueba de normalidad y homogeneidad de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días

Prueba de normalidad de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días

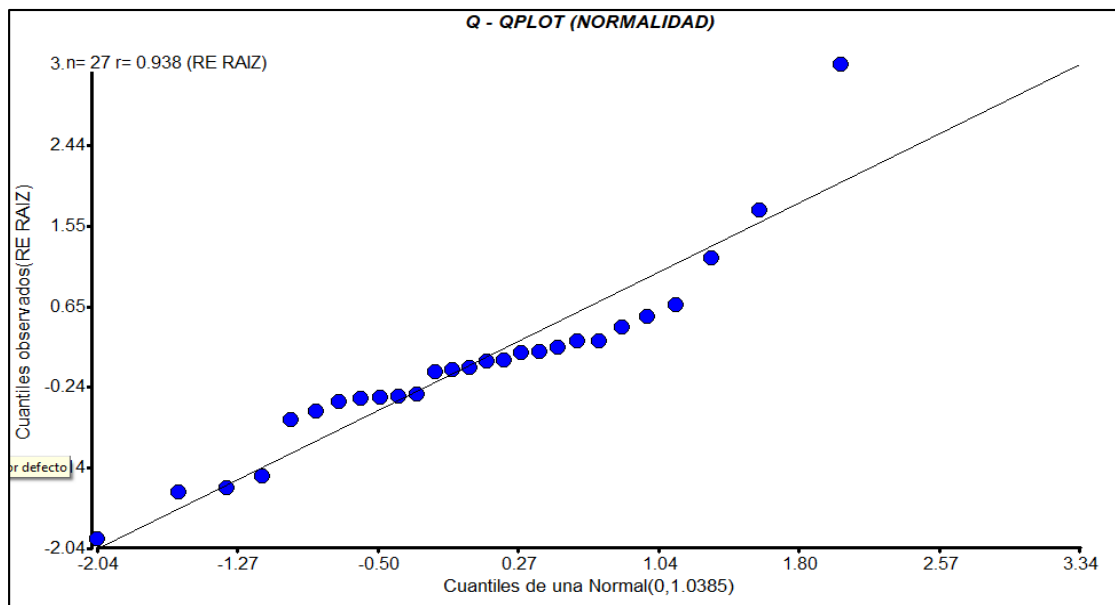
Tabla N° 31: Prueba de normalidad (Shapiro – Wilks) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días.

Shapiro-Wilks modificado

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO LONGITUD DE RAIZ (CM)	27	0.00	2.21	0.92	0.1299

Fuente: Infostat

Gráfico N° 14: Q-Q PLOT (NORMALIDAD) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días.



Fuente: Infostat

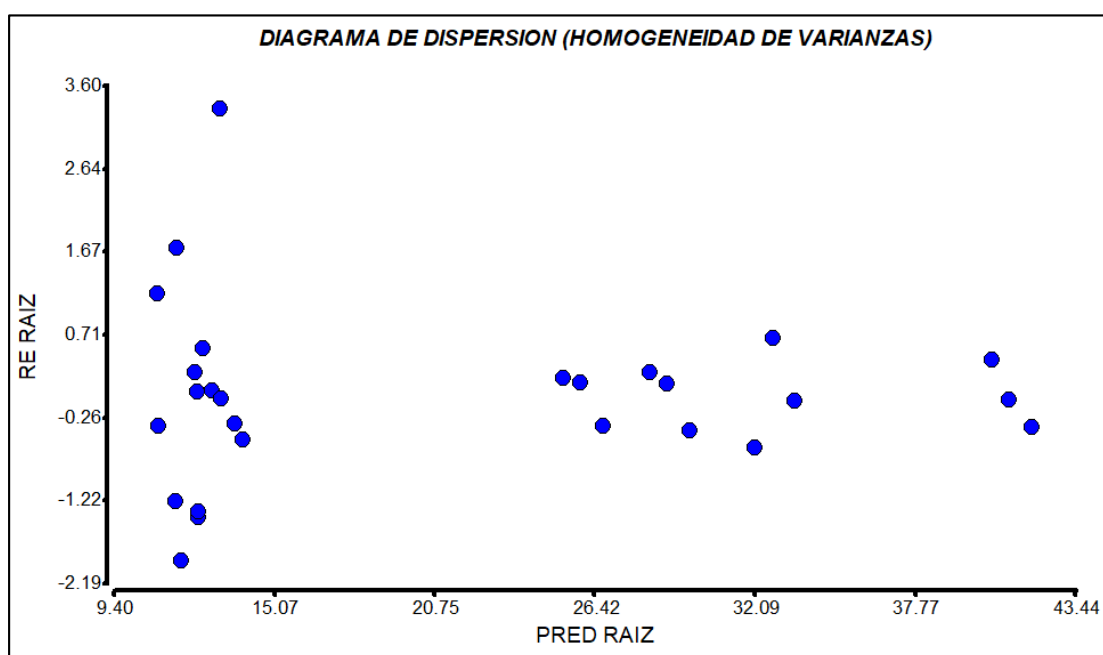
Prueba de homogeneidad de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días

Tabla N° 32: Prueba de Levene. Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III) de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.46	6	2.08	0.72	0.6404
FA* FB	11.97	4	2.99	1.03	0.4145
Bloques	0.49	2	0.24	0.08	0.9193
Error	57.93	20	2.90		
Total	70.40	26			

Fuente: Infostat

Gráfico N° 15: Diagrama de dispersión de la longitud de la raíz promedio (cm) a los 45 días.



Fuente: Infostat

Anexo 4

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla N° 33: Evaluación a los 45 días después de la siembra.

Clave	Trat	Prend. (total)			Enraiz. (promedio)			N° hojas (promedio)			Evaluación
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
T1	a1b1										45 días
T2	a1b2										45 días
T3	a1b3										45 días
T4	a2b1										45 días
T5	a2b2										45 días
T6	a2b3										45 días
T7	a3b1										45 días
T8	a3b2										45 días
T9	a3b3										45 días

Anexo 5

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por el presente cabe informar que el egresado de la Maestría en Gestión Ambiental Arturo Tomas Macedo Ramírez, tiene la Autorización del jefe del Taller de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico para desarrollar su trabajo de investigación titulado “**Efecto de tres niveles de humus enriquecido de lombriz en el prendimiento y enraizamiento de estacas de *Gliricidia sepium* (Matarraton) en Zungarococha-2019**”, así mismo cuenta con la autorización de disponer del material genético (semilla botánica) referente a la especie en estudio instalado en el Jardín Agrostológico.

San Juan, noviembre 2019.



Ing. Rafael Chávez Vásquez, Dr.
Jefe del Taller

Anexo 6

Tabla N° 34: DATOS METEOROLÓGICOS SENAMHI – IQUITOS AÑO - 2019

Meses	T° Max	T° Min	T° Media	H. R (%)	Precp. (mm)
E	33,5	24,4	28,8	89,4	247,8
F	32,1	23,6	27,4	91,0	398,6
M	32,1	24,1	28,0	91,1	405,0
A	32,0	23,3	27,7	89,8	253,8
M	32,0	23,3	27,5	91,8	263,1
J	30,5	22,5	26,4	90,2	128,5
J	31,1	22,5	26,6	91,4	190,6
A	32,3	21,7	27,1	86,4	175,9
S	32,1	22,0	27,0	87,0	93,8
O	33,0	24,0	27,5	89,0	302,5
N	33,2	23,2	26,7	87,4	297,1
D	31,9	23,7	27,3	87,0	320,2
X	32,1	23,2	27,3	89,3	305,9

Fuente: SENAMHI – Iquitos

Anexo 7

DATOS ORIGINALES DE CAMPO

Tabla N° 35: N° de estacas prendidas a los 45 días.

Repetición	A ₁			A ₂			A ₃			TOTAL
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
1	12	13	11	18	22	24	18	20	22	160
2	14	14	9	20	23	25	18	20	23	166
3	11	15	7	21	24	26	18	19	23	164
TOTAL	37	42	27	59	69	75	54	59	68	490
A	106			203			181			490
B	150			170			170			490

Tabla N° 36: Datos originales del N° de hojas por estaca (promedio) a los 45 días.

Repetición	A ₁			A ₂			A ₃			TOTAL
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
1	15	12	13	18	24	34	16	21	49	202
2	14	14	16	21	24	35	15	21	51	211
3	13	11	18	20	24	34	15	21	49	205
TOTAL	42	37	47	59	72	103	46	63	149	618
A	126			234			258			618
B	147			172			299			618

Tabla N° 37: Datos originales de la longitud de la raíz (Promedio) (cm).

Repetición	A ₁			A ₂			A ₃			TOTAL
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	
1	0.18	1.57	4.48	26.25	29.30	41.00	13.01	13.12	34.18	163.09
2	0.30	1.50	4.25	25.95	28.90	41.10	12.95	12.85	33.35	161.15
3	0.55	1.65	4.20	25.75	28.95	41.40	12.85	13.75	30.80	159.90
TOTAL	1.03	4.72	12.93	77.95	87.15	123.50	38.81	39.72	98.33	484.14
A	A ₁ = 18.68			A ₂ = 288.60			A ₃ = 176.86			484.14
B	B ₁ = 117.79			B ₃ = 234.76			B ₂ = 131.59			484.14

Anexo 8

Figura N° 03: Preparación del humus enriquecido de lombriz



Figura N° 04: Siembra de estacas de *Gliricidia sepium*.



Figura N° 05: Siembra de estaca (media) de *Gliricidia sepium*

