UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE HUMUS DE LUPUNA (*Ceiba petandra*) EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO DE CORTE MARALFALFA (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) EN PUCALLPA.

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRONOMO

ZEIDER WILLY AGÜERO MIRANDA

Pucallpa, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por, **ZEIDER WILLY AGÜERO MIRANDA** denominada: **"EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE HUMUS DE LUPUNA (CEIBA PETRANDA) EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE PASTO DE CORTE MARALFALFA (PENNISETUM PURPUREUM X PENNISETUM GLAUCUM) EN PUCALLPA ".** para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: Aprobado por unanimidad con el calificativo (*) Muy bueno (17)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 05 de Noviembre de 2025.

. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalie Presidente	. M. Sc. José Antonio López Ucariegue Primer Miembro
. M.Sc María Adelaida Pilco Lozano Segundo Miembro	Dr. Fernando Perez Leal Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Ing. M.Sc. Jorge Raúl García Cavalie .....
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. José Antonio López Ucariegue .....
PRIMER MIEMBRO

Ing. M.Sc. María Adelaida Pilco Lozano .....
SEGUNDO MIEMBRO

Dr. Fernando Perez Leal .....
ASESOR

Bach. ZEIDER WILLY AGÜERO MIRANDA .....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/648-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE HUMUS DE LUPUNA (*Ceiba petandra*) EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO DE CORTE MARALFALFA (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) EN PUCALLPA**"

Autor(es)	:	**AGÜERO MIRANDA, ZEIDER WILLY**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**Dr. PÉREZ LEAL, FERNANDO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 03/11/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Zeider Wily Agüero Miranda

Autor de la tesis titulada : "Efecto de diferentes dosis de humus de lupuna (ceiba petrandra) En el crecimiento y rendimiento productivo de Pasto de corte Maralfalfa (Pennisetum Purpureum x Pennisetum Glaucum) En Pucallpa

Sustentada el año 2025

Asesor(a): Dr. Fernando Perez Leal

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: ___ / ___ / _____

Email: zeiderwilyagüero@gmail.com Firma: _____

Teléfono: 950017665 DNI: 42430751

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA.

A Dios, por haberme dado la vida, ser mi guía y fortaleza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre, Esposa e Hijos, quien me formó con buenos sentimientos, hábitos y valores, siendo mi pilar más importante y fuente inagotable de fortaleza y amor. Tus enseñanzas y cariño han dejado una huella imborrable en mi vida; mi éxito académico refleja la dedicación de ellos.

A mi Docente Dr. Fernando Pérez Leal, por su influencia, apoyo y consejos fundamentales en mi educación, y por enseñarme a ser fuerte y valiente. A mis hermanas, por su apoyo incondicional y motivación esenciales en mi trayectoria académica.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este proceso. Su amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza necesaria para superar los desafíos y llegar hasta aquí. Sin su bendición, este logro no habría sido posible.

A la Universidad Nacional de Ucayali, a sus docentes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con sus experiencias y conocimientos he podido desarrollar mis habilidades a lo largo de este proceso. Mi formación en esta casa de estudios ha sido fundamental para la culminación de este trabajo.

A la Ing. Nataly Yadira Lastra Atanacio mi más sincero agradecimiento por su valiosa contribución y apoyo en mi proyecto de investigación. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales para superar los desafíos que surgieron durante el desarrollo de la investigación.

Con profunda gratitud a todos Ustedes.

INDICE GENERAL.

RESUMEN.....xi

ABSTRACT.....xii

INDICE DE TABLAS.....xiii

INDICE DE FIGURAS.....xiv

INTRODUCCION.....1

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....3

1.1. Descripción y fundamentación del problema.....3

1.2. Formulación del problema general y específicos.....3

1.2.1. Problema general.....4

1.2.2. Problemas específicos.....4

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.....4

1.3.1. Objetivo general.....4

1.3.2. Objetivos específicos.....4

1.4. Hipótesis.....5

1.4.1. Hipótesis general.....5

1.4.2. Hipótesis especificas.....5

1.5. Operacionalización de las variables.....5

1.6. Justificación e importancia.....7

CAPITULO II. MARCO TEORICO.....9

2.1. Antecedentes de la investigación.....9

2.1.1. Antecedentes internacionales.....9

2.1.2. Antecedentes nacionales.....9

2.2. Bases teóricas.....12

2.2.1. El pasto Maralfalfa.....12

2.2.2. Abonos orgánicos.....16

XVI. CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....18

3.1. Tipo de investigación 18
3.2. Ubicación y duración del estudio..... 18
3.3. Duración del ensayo. 18
3.4. Materiales y equipo..... 18
3.5. Variables estudiadas..... 19
3.5.1. Variable independiente. 19
3.5.2. Variables dependientes 21
3.6. Población y muestra 22
3.6.1. Población..... 22
3.6.1. Muestra. 23
3.7. Diseño experimental 23
CAPITULO IV. RESULTADOS……26
4.1. Efecto de diferentes dosis de humus de lupuna en el crecimiento productivo del pasto de corte maralfalfa..... 26
4.1.1. Longitud del tallo en pasto maralfalfa 26
4.1.2. Número de tallos en pasto maralfalfa 28
4.1.3. Número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea..... 30
4.2. Efecto de diferentes dosis de humus de lupuna en el rendimiento productivo del pasto de corte maralfalfa..... 33
4.2.1. Peso fresco de la parte aérea en kilogramo por planta de parte aérea ... 33
4.2.2. Peso fresco en gramos por metro cuadrado 33
4.2.3. Evaluación del peso fresco en kilogramos por hectárea 35
4.2.4. Evaluación del peso seco de la parte aérea en gramos por planta 36
4.2.6. Evaluación del peso seco en kilogramos por hectárea 40

CAPITULO V. DISCUSIÓN……..43

CAPITULO VI. CONCLUSIONES. 46

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES. 47

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. 48

ANEXOS 53

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el área de producción de la Universidad Nacional de Ucayali, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes dosis de humus de *Lupuna* (*Ceiba pentandra*) en el crecimiento y rendimiento del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en Pucallpa. El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones, conformando un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad contó con seis surcos, de los cuales cuatro se consideraron como parcela útil. Los datos se analizaron mediante la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$). Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en todas las variables evaluadas. El tratamiento con mayor dosis (T5 = 5 kg/m²) registró los valores más altos en crecimiento y rendimiento. La altura promedio de planta fue de 156.75 cm, superando al testigo (T0) con 91.00 cm, lo que representó un incremento del 72.2 %. El número de tallos por planta aumentó de 12 en el testigo a 26 en el tratamiento T5. En cuanto al rendimiento, el peso fresco promedio alcanzó 13.5 kg/m² (135,250 kg/ha), frente a 9.1 kg/m² (91,000 kg/ha) del control. El peso seco pasó de 2.2 kg/m² (22,000 kg/ha) a 3.7 kg/m² (37,000 kg/ha), mostrando una mejora del 68.1 %. Estos resultados confirman que el humus de *Lupuna* mejora la fertilidad del suelo y promueve una mayor productividad forrajera en suelos arenosos de Pucallpa.

Palabras claves: Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), humus de lupuna (Ceiba pentandra), rendimiento.

ABSTRACT.

The present research was conducted in the production area of the National University of Ucayali, with the objective of determining the effect of different doses of Lupuna humus (*Ceiba pentandra*) on the growth and yield of maralfalfa forage grass (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) in Pucallpa. The experiment was carried out under a randomized complete block design (RCBD) with six treatments and four replications, totaling 24 experimental units. Each unit consisted of six rows, of which four were considered as the useful plot. Data were analyzed using Duncan's test ($\alpha = 0.05$). The results showed significant differences ($p < 0.05$) in all evaluated variables. The treatment with the highest dose (T5 = 5 kg/m²) recorded the highest values for growth and yield. The average plant height reached 156.75 cm, exceeding the control (T0) with 91.00 cm, representing a 72.2% increase. The number of stems per plant increased from 12 in the control to 26 in treatment T5. Regarding yield, the average fresh weight reached 13.5 kg/m² (135,250 kg/ha), compared to 9.1 kg/m² (91,000 kg/ha) in the control. The dry weight increased from 2.2 kg/m² (22,000 kg/ha) to 3.7 kg/m² (37,000 kg/ha), showing an improvement of 68.1%. These results confirm that Lupuna humus enhances soil fertility and promotes higher forage productivity in the sandy soils of Pucallpa

Keywords: Maralfalfa (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum), lupuna humus (Ceiba pentandra), yield.

INDICE DE TABLAS.

En el texto		Pág.
Tabla 1.	Operacionalización de las variables independiente y dependiente en estudio……..…….	5
Tabla 2.	Análisis de variancia del proyecto de investigación ……	24
Tabla 3.	Formato de recolección de datos experimentales ……	24
Tabla 4.	Evaluación de la longitud del tallo en pasto maralfalfa con diferentes dosis de humus de lupuna.……	26
Tabla 5.	Evaluación del número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna……..……	28
Tabla 6.	Evaluación del número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea con diferentes dosis de lupuna …..……	29
Tabla 7.	Evaluación del peso fresco de la parte aérea en kilogramos por planta del pasto maralfalfa ……..	31
Tabla 8.	Evaluación del peso fresco en gramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa……..	33
Tabla 9.	Evaluación del peso fresco en kilogramos por hectárea del pasto maralfalfa……	34
Tabla 10.	Evaluación peso seco de la parte aérea en gramos por planta en el pasto maralfalfa……	36
Tabla 11.	Evaluación del peso seco en kilogramos por metro cuadrado en pasto maralfalfa……	38
Tabla 12.	Evaluación del peso seco en kilogramos por hectárea en Pasto maralfalfa……..…….	39
Tabla 13.	Evaluación del área foliar del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna…….	41

INDICE DE FIGURAS.

En el Texto **Pág.**

Figura 1.	Fluctuación de la longitud del tallo en pasto maralfalfa con diferentes dosis de humus de lupuna…….	27
Figura 2.	Fluctuación del número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna…….……..	28
Figura 3.	Fluctuación del número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea con diferentes dosis de lupuna……..…….....	30
Figura 4.	Fluctuación del peso fresco de la parte aérea en kilogramos por planta del pasto maralfalfa……..	32
Figura 5.	Fluctuación del peso fresco en gramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa…….	33
Figura 6.	Fluctuación del peso fresco en kilogramos por hectárea del pasto maralfalfa……...	35
Figura 7.	Fluctuación del peso seco de la parte aérea en gramos por planta en el pasto maralfalfa…….……..	37
Figura 8.	Fluctuación del peso seco en kilogramos por metro cuadrado en pasto maralfalfa…….	38
Figura 9.	Fluctuación del peso seco en kilogramos por hectárea en pasto maralfalfa…….	40
Figura 10.	Fluctuación del área foliar del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna… ….. ……	42

INTRODUCCION.

En la Amazonía peruana, la actividad ganadera constituye una de las principales fuentes de ingreso y desarrollo rural, siendo el pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) uno de los cultivos forrajeros más difundidos por su alta capacidad de rebrote, rápido crecimiento y notable rendimiento en biomasa. No obstante, las condiciones edáficas de la región caracterizadas por suelos arenosos, de baja fertilidad natural y escaso contenido de materia orgánica limitan significativamente el potencial productivo de los pastos tropicales, lo que repercute en la eficiencia alimentaria del ganado (Soto, 2014). La adaptación y el comportamiento de los pastos en ecosistemas amazónicos dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes y del manejo agronómico aplicado (Leonard et al., 2017).

En este contexto, el uso de abonos orgánicos ha cobrado relevancia como una alternativa sostenible frente a los fertilizantes químicos, ya que contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además de promover la actividad microbiana y el reciclaje de nutrientes. Entre los abonos disponibles en la región, el humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) destaca por su origen natural y su composición rica en materia orgánica y microorganismos beneficiosos. Su incorporación al suelo podría favorecer la aireación, retención de humedad y disponibilidad de macro y micronutrientes esenciales, lo que se traduce en un mejor desarrollo radicular y crecimiento vegetativo del cultivo.

Diversos estudios realizados en zonas tropicales respaldan la importancia del manejo orgánico para optimizar la producción forrajera. Rupay et al. (2023) demostraron que la respuesta de los pastos tropicales de corte varía en función de las prácticas de manejo y las condiciones agroecológicas, evidenciando que la nutrición del suelo es determinante en el rendimiento. De igual forma, Benítez et al. (2017) resaltaron el potencial de los pastos naturalizados en la región sur amazónica del Ecuador como fuentes sostenibles de alimentación animal, mientras que Aldana, Cuéllar y Reyes (2022) enfatizaron que la mejora en la fertilidad del suelo mediante abonos orgánicos permite un crecimiento más vigoroso y un forraje de mayor valor nutritivo en los sistemas ganaderos del trópico bajo.

Asimismo, investigaciones desarrolladas por Mayorga Castillo (2019) en sistemas de pastoreo amazónicos señalan que el manejo ecológico de los suelos, a través de la incorporación de materia orgánica, contribuye no solo al incremento de la biomasa vegetal, sino también a la sostenibilidad de la actividad pecuaria. En este sentido, el aprovechamiento del humus de *Lupuna* representa una alternativa viable y ecológica para fortalecer la productividad del pasto maralfalfa en suelos degradados de Pucallpa, ofreciendo una opción económicamente accesible para los pequeños productores.

Por tanto, la presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto de diferentes dosis de humus de *Lupuna* (*Ceiba pentandra*) en el crecimiento y rendimiento productivo del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en suelos de Pucallpa. Los resultados permitirán generar información técnica útil para promover un manejo sostenible del suelo y mejorar la eficiencia productiva de los sistemas rrajeros en la Amazonía peruana.

CAPITULO I.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción y fundamentación del problema.

El creciente interés por mejorar la sostenibilidad y la productividad de los sistemas forrajeros ha promovido la investigación sobre enmiendas orgánicas como alternativas a los fertilizantes minerales. Diversas revisiones internacionales han demostrado que la incorporación de compost, biochar o sus combinaciones contribuye a la mejora de suelos de baja fertilidad, incrementando la disponibilidad de carbono, nitrógeno, fósforo y potasio, lo que se traduce en un aumento del rendimiento de los cultivos a mediano plazo (Doan et al., 2021; Edmeades, 2003).

En el contexto peruano, los suelos agrícolas han experimentado una pérdida progresiva de materia orgánica y nutrientes, reflejándose en menores rendimientos de pasturas tropicales. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019), más del 40 % de los suelos del país presentan deficiencias críticas de carbono, nitrógeno y fósforo. Investigaciones en la selva alta han evidenciado que la aplicación de abonos orgánicos, como estiércol de ovino, guano de isla o fosfato diamónico, puede aumentar la producción de materia verde de *Pennisetum purpureum* hasta en un 25 % en comparación con suelos sin enmienda (Manrique Lavio, 2012).

En Pucallpa, los suelos arenosos a franco-arenosos se caracterizan por su baja retención de agua y nutrientes, así como por un pH que facilita la lixiviación. Aunque la maralfalfa es una especie adaptable, sus rendimientos resultan irregulares debido al agotamiento orgánico del suelo y a la dependencia de fertilizantes importados de alto costo. Actualmente, no se cuenta con estudios locales que evalúen el uso de humus de lupuna (Ceiba pentandra), un recurso subutilizado y potencialmente abundante en la Amazonía peruana.

La ausencia de alternativas orgánicas accesibles limita la productividad de la maralfalfa, incrementa los costos de producción ganadera y afecta la sostenibilidad ambiental de los sistemas forrajeros.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

- ¿De qué manera afectan diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) al rendimiento de pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en suelos de Pucallpa?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cómo varía la altura promedio de la maralfalfa al aplicar dosis de humus de Lupuna suelos arenosos de Pucallpa?
- ¿Cuál es el efecto de las dosis de humus de Lupuna sobre la producción de biomasa fresca de la maralfalfa?
- ¿En qué medida las dosis de humus de Lupuna influyen en la producción de biomasa seca de la maralfalfa?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar el efecto de diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre el rendimiento del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum*× *Pennisetum glaucum*) en suelos arenosos de Pucallpa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Cuantificar cómo varía la altura promedio de la maralfalfa al aplicar cada dosis de humus de Lupuna.
- Evaluar la producción de biomasa fresca de maralfalfa bajo las distintas dosis de humus de Lupuna.
- Medir la producción de biomasa seca de maralfalfa en función de las dosis aplicadas

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general.

- Si aplicamos de diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) al suelo de Pucallpa incrementa significativamente el rendimiento (altura, biomasa fresca y biomasa seca) del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum*× *Pennisetum glaucum*) en comparación con un testigo sin enmienda.

1.4.2. Hipótesis específicas.

- Si aplicamos diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) al suelo de Pucallpa podrá incrementar significativamente el rendimiento (altura, biomasa fresca y biomasa seca) del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpurum* × *Pennisetum glaucum*) en comparación con un testigo sin enmienda.

- Si aplicamos dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) al suelo de Pucallpa entones será posible mejorar el rendimiento (altura, biomasa fresca y biomasa seca) del pasto de corte maralfalfa en comparación con un testigo sin enmienda.

1.5. Operacionalización de las variables.

Tabla 1.
Operacionalización de las variables independiente y dependiente en estudio.

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente			
Dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*)	Cantidad aplicada por hectárea (t/ha) del abono orgánico derivado de la descomposición controlada de residuos de Lupuna.	- Intensidad de aplicación - Frecuencia de aplicación	T0 = sin humus de lupuna, 100% tierra agrícola. T1 1 Kg de humus de lupuna por m2. T2 2 Kg de humus de lupuna por m2. T3 3 Kg de humus de lupuna por m2. T4 4 Kg de humus de lupuna por m2. T5 5 Kg de humus de lupuna por m2

Variable dependiente

- **Crecimiento.**

Longitud del tallo	Medición vertical desde la base hasta el ápice del tallo	- Elongación celular-	- Medición con cinta métrica estandarizada (±0.1 cm)
Número de tallos/m²	Conteo de tallos basales por unidad de superficie	- Densidad poblacional	- Muestreo en cuadrantes de 1 m²
Número de tallos/ha	Proyección de densidad a escala de hectárea	- Eficiencia espacial	- Factor de conversión de m² a ha.

- **Rendimiento productivo.**

Peso fresco/planta	Biomasa aérea húmeda inmediatamente después de la cosecha	- Productividad individual	- Pesaje con balanza digital
2.2. Peso fresco/m² y ha	Biomasa fresca por unidad de superficie	- Rendimiento forrajero- Rentabilidad económica	- Cálculo de productividad por m² y ha- Comparación con promedio regional- Análisis costo-beneficio
Peso seco/planta, m² y ha	Biomasa deshidratada tras secado a temperatura controlada	- Calidad nutricional	- Protocolo de secado a 105°C en gramos.

1.6. Justificación e importancia.

En las últimas décadas, la maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) se ha consolidado como uno de los forrajes más productivos y nutritivos a nivel mundial, debido a su rápida acumulación de biomasa y su alta calidad nutricional, lo que la convierte en un recurso estratégico para la ganadería intensiva (Doan et al., 2021). Su eficiencia productiva ha sido documentada en distintos sistemas y condiciones de manejo; por ejemplo, estudios sobre pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) mostraron que la frecuencia de corte influye significativamente en el rendimiento de biomasa, alcanzando valores óptimos cuando se aplican cortes ajustados al crecimiento del forraje (Gómez, Galarza, Pérez, & Salazar, 2021). De manera similar, en pastos cultivados durante la época seca en México, se registraron rendimientos máximos de 249 t/ha de forraje verde y 40 t/ha de materia seca, evidenciando la importancia de la gestión agronómica para maximizar la productividad (Nava-Berumen et al., 2018).

En el caso del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), Soto (2014) reportó rendimientos superiores de 10,2 t/ha de materia seca, subrayando la capacidad de estas gramíneas híbridas para adaptarse a diferentes condiciones climáticas y de suelo. No obstante, gran parte de estos estudios se han enfocado en suelos con adecuados niveles de materia orgánica y retención hídrica, lo que no refleja la realidad de suelos arenosos y de baja fertilidad, donde se requiere un aporte adicional de nutrientes y materia orgánica para sostener la producción (Edmeades, 2003). A nivel local, Cerdas-Ramírez (2015) documentó que la maralfalfa responde positivamente a la fertilización nitrogenada, aumentando la biomasa acumulada y mejorando la calidad nutricional, lo que confirma la relevancia de manejar adecuadamente los aportes de nutrientes para optimizar el rendimiento.

En Perú, más del 40 % de los suelos agrícolas presentan deficiencias críticas de carbono orgánico, nitrógeno y fósforo, lo que limita significativamente la productividad de los cultivos forrajeros (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2019). Investigaciones en la selva alta peruana han demostrado que la incorporación de enmiendas orgánicas locales, como compost y estiércol de ovino, puede incrementar la producción de biomasa de especies de Pennisetum entre un 15 % y 25 % frente a suelos no enmendados (Manrique Lavio, 2012).

En la región de Ucayali, particularmente en los alrededores de Pucallpa, los suelos arenosos a franco-arenosos presentan baja capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que obliga a los productores a depender de fertilizantes químicos importados, de alto costo y con potenciales impactos ambientales. En este contexto, el humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*), un subproducto orgánico abundante en la Amazonía peruana, representa una alternativa poco explorada para mejorar la fertilidad de estos suelos y, por ende, el rendimiento de la maralfalfa. Su aplicación podría favorecer la acumulación de materia orgánica, mejorar la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio, y aumentar la eficiencia en la producción de biomasa verde y seca, contribuyendo a sistemas de producción más sostenibles y rentables en condiciones tropicales de baja fertilidad.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Cerdas et al., (2021). Productividad del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. InterSedes, 22(45), 136–161. La investigación titulada "Productividad del pasto Cuba OM 22 con distintas dosis de fertilización nitrogenada" tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo del pasto Cuba OM-22 en respuesta a diferentes dosis de nitrógeno. Se llevó a cabo un ensayo en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica, utilizando un diseño experimental con cuatro tratamientos de fertilización nitrogenada: 50, 100, 150 y 200 kg N ha^{-1}, con cortes cada 56 días. Los resultados mostraron que el rendimiento de biomasa seca aumentó con las dosis de nitrógeno, alcanzando 6.7, 8.5, 10.9 y 11.3 t MS ha^{-1} por corte para las respectivas dosis. Además, la producción de proteína cruda por hectárea fue de 459, 751, 1180 y 1459 kg PC ha^{-1} por corte, respectivamente. Se concluyó que la aplicación de 150 kg N ha^{-1} por corte de 56 días es recomendable para optimizar la productividad del pasto Cuba OM-22.

Maldonado-Peralta et al., (2022). Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) en el trópico seco. Agro Productividad, 15(1), 45–52. La investigación titulada "Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 en el trópico seco" tuvo como objetivo analizar la curva de crecimiento del pasto Cuba OM-22 para determinar el momento óptimo de cosecha. Se realizó un estudio en el trópico seco, evaluando variables como rendimiento total, altura de planta, tasa de crecimiento y relación hoja:tallo a intervalos de 20 días durante un periodo de 110 días. Los resultados indicaron que la máxima producción de biomasa y tasa de crecimiento se alcanzó a los 110 días después del corte, con 38,600 kg MS ha^{-1} y 435 kg MS ha^{-1} $día^{-1}$, respectivamente. Sin embargo, se observe que después de los 70 días, la calidad estructural del forraje disminuyó, por lo que se recomendó realizar el corte alrededor de los 70 días para equilibrar rendimiento y calidad.

Barén & Centeno (2017). Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal. Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. La tesis titulada "Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22, sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal" tuvo como objetivo determinar el valor nutricional y el comportamiento productivo del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes periodos de corte. Se evaluaron cortes a los 45, 60, 75 y 90 días utilizando un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones. Los resultados mostraron que el contenido de proteína cruda fue mayor en el corte a los 45 días (20.31%), disminuyendo progresivamente en los cortes posteriores. Por otro lado, el contenido de fibra aumentó con la edad del forraje, siendo mayor a los 90 días (37.92%). Se concluyó que cortes más tempranos favorecen la calidad nutricional, mientras que cortes más tardíos incrementan la producción de biomasa.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Del Aguila et al., (2023). Efecto de corte y rebrote sobre el rendimiento, proteína cruda y digestibilidad de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en dos épocas en Pucallpa, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(6), e26955. La investigación titulada "Efecto de corte y rebrote sobre el rendimiento, proteína cruda y digestibilidad de Maralfalfa en dos épocas en Pucallpa, Perú" tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de materia seca, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la maralfalfa en diferentes alturas de corte y tiempos de madurez durante épocas de mayor y menor precipitación. Se utilizó un diseño completo al azar con arreglo factorial de 4x5 y 4 repeticiones. Los resultados mostraron que las plantas cortadas a 30 cm de altura a los 49 y 56 días lograron los mayores rendimientos de forraje, alcanzando hasta 557.8 kg/ha/corte de materia seca y un contenido de proteína cruda del 13%.

Vega (2016). Efectos de abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) y king grass morado (*Pennisetum purpureum*)

en condiciones agroecológicas de Santa Lucía - Uchiza San Martín - 2015. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán. La tesis "Efectos de abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de maralfalfa y king grass morado en condiciones agroecológicas de Santa Lucía - Uchiza San Martín" tuvo como objetivo comparar el efecto del estiércol descompuesto de vacuno en el rendimiento de maralfalfa y king grass morado. Se empleó un diseño de parcelas divididas con 2 variedades y 4 niveles de estiércol, utilizando un muestreo aleatorio simple. Los resultados indicaron que la fertilización orgánica con estiércol de vacuno tuvo un efecto significativo en el rendimiento de forraje verde, alcanzando hasta 59.45 toneladas por hectárea, recomendando realizar ensayos con diferentes dosis de abonamiento orgánico.

Muñoz (2015). Respuesta bioeconómica del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) por efecto de diferentes tipos de biol en la granja ganadera de Calzada – Moyobamba. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva. La tesis "Respuesta bioeconómica del pasto maralfalfa por efecto de diferentes tipos de biol en la granja ganadera de Calzada – Moyobamba" tuvo como objetivo determinar la respuesta bioeconómica del pasto maralfalfa ante la aplicación de diferentes tipos de biol (cerdasa, cuyasa y vacasa). Se aplicaron 25 L/ha/corte de biol en un diseño de parcelas divididas con cuatro tratamientos y tres repeticiones, utilizando un diseño de bloques al azar. Los resultados mostraron que el uso de biol mejoró significativamente el rendimiento forrajero y la rentabilidad económica del cultivo de maralfalfa.

2.1.3. Antecedentes Locales.

Willian (2020) en su tesis titulada “Cambios en las propiedades físicas, químicas, biológicas y captura de carbono del suelo en la recuperación de pasturas degradadas de braquiaria (*Brachiaria decumbens*), en Pucallpa, Perú”. Tuvo como objetivo evaluar el cambio en las características físicas, químicas, biológicas del suelo y el monitoreo de la fijación de carbono en el suelo, y el crecimiento de Brachiaria. La investigacion fue tipo aplicada. La recuperación de *Brachiaria decumbens* en pasturas degradadas mostró un crecimiento fásico, con inflexión a los 90 días, impulsado por

la descompactación del suelo, aporte de fósforo y reducción de toxicidad por aluminio. La biomasa aumentó de 323 a 6,432 kg MS/ha en seis meses, la cobertura foliar se duplicó y la proteína cruda casi se duplicó. Estos cambios mejoraron la eficiencia fotosintética, la rentabilidad (1:4,2) y la resiliencia del sistema, destacando la eficacia de intervenciones tempranas en suelos tropicales.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. El pasto Maralfalfa

El pasto Maralfalfa es el resultado de la hibridación entre *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) y *Pennisetum glaucum* (mijo perla). Su desarrollo, llevado a cabo en Colombia, tuvo como objetivo crear un forraje que ofreciera un alto rendimiento de biomasa, una notable resistencia a las variaciones del clima y un valor nutricional elevado, características ideales para la ganadería intensiva. Esta gramínea ha probado ser altamente eficaz en regiones tropicales y subtropicales, gracias a su capacidad para adaptarse a diversos suelos, tolerar épocas de sequía y regenerarse con rapidez después de cada cosecha (Hernández & Rodríguez, 2018). Su creciente adopción en América Latina refleja la búsqueda de opciones forrajeras sostenibles y económicamente viables (Hernández & Rodríguez, 2018).

2.2.1.1. Descripción taxonómica

El Maralfalfa pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), un grupo botánico de gran relevancia agrícola por su contribución a la alimentación humana y animal (Torres et al., 2016). Su ubicación taxonómica detallada es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Pennisetum

Especie: Híbrido *P. purpureum* × *P. glaucum*

Como híbrido, el Maralfalfa sintetiza las cualidades más destacadas de sus parentales: hereda el porte robusto y la alta producción de forraje del pasto elefante (*P. purpureum*), junto con la notable resistencia a la sequía propia del mijo perla (*P. glaucum*) (Torres et al., 2016). Esta combinación genética da como resultado una planta de gran vigor, especialmente adaptada para prosperar en regiones con condiciones climáticas adversas.

2.2.1.2. Descripción botánica

Sistema Radicular: El Maralfalfa desarrolla una densa red de raíces fasciculadas que se extienden en profundidad. Este sistema, eficaz en la absorción de agua y nutrientes de estratos profundos del suelo, le confiere tolerancia a períodos de sequía moderada. Además, su extensa red radicular ayuda a consolidar el terreno, minimizando los procesos de erosión (González et al., 2017).

Tallos: Sus tallos son gruesos, jugosos y pueden alcanzar entre 3 y 5 metros de altura, dependiendo de las condiciones de cultivo. Con un menor grado de lignificación que otras gramíneas, resultan más digestibles para el ganado. Su alto contenido de humedad los hace especialmente apetecibles para los animales (Hernández & Rodríguez, 2018).

Follaje: El pasto se caracteriza por sus largas y anchas hojas de un color verde intenso y textura suave. Esta morfología foliar, sumada a su elevado porcentaje de proteína cruda, las hace muy palatables y les otorga un valor nutricional superior al de muchas otras pasturas tropicales (Castro & Navarro, 2020).

Reproducción: Al tratarse de un híbrido, el Maralfalfa rara vez produce flores viables o semillas. Por este motivo, su propagación se realiza de forma

vegetativa, principalmente mediante el uso de estacas. Este método garantiza que se mantenga la uniformidad genética en las plantaciones (Hernández & Rodríguez,
2018).

2.2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

Condiciones de suelo: El Maralfalfa se desarrolla óptimamente en suelos de textura media, con buen drenaje y un alto contenido de materia orgánica. Su rango de pH ideal se sitúa entre 5.5 y 7.5. En terrenos excesivamente ácidos, se sugiere la aplicación de cal, mientras que el aporte de humus favorece notablemente la asimilación de nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio (Castro Navarro, 2020).

Requerimientos de temperatura: Al tratarse de una especie de origen tropical, su crecimiento es más vigoroso en un rango de 24 °C a 32 °C. Si bien puede soportar temperaturas más elevadas, su desarrollo se ve seriamente comprometido ante la presencia de heladas o cuando el termómetro desciende por debajo de los 10 °C (González et al., 2017).

Humedad ambiental: Este cultivo prefiere ambientes con una humedad relativa superior al 70% para un crecimiento óptimo. No obstante, gracias a su profundo sistema de raíces, puede sobrellevar períodos de sequía de corta duración, especialmente si se implementan prácticas de manejo agronómico adecuadas (Torres et al., 2016).

2.2.1.4. Manejo agronómico

Propagación: Su establecimiento se realiza de forma exclusiva mediante métodos vegetativos. Para ello, se utilizan esquejes de tallo de entre 25 y 30 centímetros de largo, que deben contener de 3 a 4 nudos. La siembra se efectúa en surcos, manteniendo una separación de 70 a 100 cm entre cada planta

y de 100 a 150 cm entre hileras, distancias que varían según se destine a forraje verde o para ensilaje (Castro & Navarro, 2020).

Fertilización: Para potenciar su rendimiento, es fundamental la incorporación de abonos orgánicos, como compost o humus de lombriz. Asimismo, se aconseja el uso de biofertilizantes, que contribuyen a activar y enriquecer la microbiota benéfico del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes para la planta.

Manejo de Cortes: Se recomienda realizar el primer corte aproximadamente a los 90 días de la siembra, una vez que el pasto ha logrado un desarrollo significativo en altura y biomasa. Los cortes subsiguientes pueden programarse en intervalos de 45 a 60 días, ajustándose al ritmo de crecimiento observado. Es crucial dejar un remanente de al menos 15 cm de altura al cortar para garantizar un rebrote rápido y vigoroso (Hernández & Rodríguez, 2018).

Potencial Productivo: Bajo condiciones de manejo óptimas, el Maralfalfa evidencia una capacidad productiva excepcional, pudiendo generar entre

200 y 300 toneladas de forraje verde por hectárea al año. Esta elevada productividad lo posiciona como uno de los pastos más rendidores a escala global, siendo una opción idónea para sistemas de ganadería intensiva que demandan grandes volúmenes de alimento (González et al., 2017)

2.2.1.5. Valor nutricional del pasto maralfalfa

El Maralfalfa destaca por su perfil nutricional, particularmente cuando se cosecha en estados juveniles (Torres et al., 2016). Su composición media se caracteriza por:

Proteína bruta: 12 a 16%.

Fibra detergente neutra (FDN): 60 a 65%.

Digestibilidad de la materia orgánica: 65 a 70%.

Materia seca: 20 a 25%.

Estos indicadores están sujetos a variaciones dependiendo del momento de corte, el programa de fertilización y las características del suelo. Su equilibrada combinación de proteína y alta digestibilidad se traduce en mejores tasas de ganancia de peso en bovinos, ovinos y caprinos, habiéndose documentado también su eficacia en la alimentación de cuyes y conejos (Torres et al., 2016). A estas ventajas se suma su notable palatabilidad, que promueve un consumo voluntario elevado por parte de los animales (Torres et al., 2016).

2.2.2. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son materiales naturales de origen vegetal, animal o mixto que se incorporan al suelo con el propósito de mejorar su fertilidad y estructura (Millaleo et al., 2006). Su aplicación contribuye a mantener el equilibrio biológico del ecosistema agrícola, ya que aportan nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes. Además, favorecen la aireación, la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico, elementos fundamentales para un suelo sano y productivo; Pérez et al., 2008).

El uso de abonos como la composta y la lombricomposta ha mostrado resultados positivos en la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo. Estos productos estimulan la actividad microbiana, aumentan la disponibilidad de nutrientes y mejoran el crecimiento y desarrollo de las plantas (Nogales et al., 2005). Investigaciones señalan que los estiércoles compostados y los residuos orgánicos transformados por lombrices actúan como fertilizantes naturales de alta calidad, reduciendo la necesidad de productos químicos y contribuyendo a una producción agrícola más sustentable (Olivares et al., 2012).

Asimismo, se ha comprobado que el aprovechamiento de subproductos agrícolas y agroindustriales, como los residuos de oliva o de la industria vinícola, proporciona compuestos bioactivos que enriquecen el suelo y estimulan el crecimiento vegetal (Obied et al., 2005). En cultivos bajo condiciones controladas, el uso de sustratos orgánicos ha incrementado significativamente el rendimiento y la

calidad de los frutos, demostrando su eficacia como alternativa ecológica y rentable para la producción agrícola (Ortega et al., 2010).

2.2.2.1. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica representa una estrategia eficaz para mejorar tanto la producción como la calidad del pasto Maralfalfa, al proporcionar nutrientes de manera equilibrada y sostenible. La aplicación de humus de lombriz, compost vegetal o residuos orgánicos estabilizados favorece el incremento de la biomasa y optimiza el contenido nutricional del forraje (Olivares et al., 2012). En particular, el humus de lombriz actúa como una fuente de nitrógeno de liberación gradual, mejora la estructura física del suelo, potencia su capacidad de retención hídrica y estimula la actividad microbiana benéfica, factores esenciales para un crecimiento vigoroso del cultivo (Castro & Navarro, 2020). Asimismo, el empleo de estos abonos naturales reduce la dependencia de fertilizantes sintéticos, promoviendo sistemas forrajeros más sostenibles, rentables y ambientalmente responsables.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1. Tipo de investigación.

La investigación se enmarca dentro del enfoque aplicado y presenta un diseño experimental, observacional y comparativo, fundamentado en los principios de aleatorización y repetición, lo que garantiza la validez y confiabilidad de los resultados. Su propósito es evaluar con rigor científico el efecto de distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre el rendimiento agronómico del pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). A través de este diseño metodológico se busca verificar la hipótesis propuesta, la cual plantea que la aplicación del fertilizante orgánico incide de manera significativa en la productividad y desarrollo del cultivo forrajero.

3.2. Ubicación y duración del estudio.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Módulo de investigación de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), situada en el kilómetro 6 de la carretera Federico Basadre, en la región Ucayali. Su ejecución tuvo una duración aproximada de seis meses, periodo durante el cual se desarrollaron todas las actividades experimentales y de evaluación previstas.

3.3. Duración del ensayo.

El ensayo se desarrolló a lo largo de un periodo de seis meses, del 4 de febrero al 4 de agosto del 2025, durante el cual se realizaron las etapas de instalación, manejo del cultivo, recolección de datos y evaluación de resultados.

3.4. Materiales y equipo.

- **Material genético.** El material genético empleado correspondió al pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*), propagado por esquejes de 15 días en estado de brotación. Estos fueron seleccionado .

cuidadosamente por su uniformidad, vigor y sanidad, garantizando así un establecimiento homogéneo del cultivo en las parcelas experimentales.

- **Insumos.** Como insumo principal se utilizó humus de lupuna (*Ceiba pentandra*), aplicado en diferentes dosis según los tratamientos establecidos. Este fertilizante orgánico fue incorporado al suelo antes de la siembra, con el propósito de mejorar sus condiciones físicas y químicas, y de evaluar su efecto sobre el rendimiento del pasto Maralfalfa.

- **Herramientas.** Durante la preparación del terreno y el manejo del experimento se emplearon carretilla, machete, rastrillo, wincha, martillo y pala, herramientas que facilitaron las labores de limpieza, nivelación, distribución del material vegetal y mantenimiento de las unidades experimentales a lo largo del ensayo.

- **Materiales.** Se utilizaron rótulos, cinta masking tape, tijera podadora, letreros, malla metálica, listones y bandejas, materiales destinados a la identificación de tratamientos, protección de las parcelas y organización del área experimental. Estos elementos permitieron mantener el orden y la trazabilidad de cada tratamiento durante todo el proceso de investigación.

- **Equipos.** Para la recopilación y análisis de la información se dispuso de una balanza digital, empleada en la medición del peso fresco de la biomasa; una cámara fotográfica, utilizada para el registro visual de las etapas del ensayo; y una laptop, destinada al procesamiento y sistematización de los datos experimentales.

- **Materiales de escritorio.** Durante el desarrollo del estudio se emplearon libretas de campo, papel bond A4, lapiceros, sobres manila y cuadernos, que sirvieron para el registro diario de observaciones, anotaciones de campo, almacenamiento de documentos y organización de la información técnica recopilada durante el experimento.

3.5. Variables estudiadas

3.5.1. Variable independiente.

Tratamientos con diferentes dosis de humus de lupuna

T1 = sin humus de lupuna, 100% tierra agrícola.

T2 = 1 Kg de humus de lupuna por m2.

T3 = 2 Kg de humus de lupuna por m2.

T4 = 3 Kg de humus de lupuna por m2.

T5 = 4 Kg de humus de lupuna por m2.

T6 = 5 Kg de humus de lupuna por m2.

Tratamiento 1: sin humus de lupuna, 100% tierra agrícola. no se aplicó humus de Lupuna, funcionando como referencia para comparar con otros tratamientos que sí lo utilizan. Esto permitió evaluar objetivamente su impacto en el crecimiento y rendimiento de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

Tratamiento 2: 1 Kg de humus de lupuna por m^2. Este tratamiento, se procedió a la incorporación de humus de Lupuna en forma homogenea, equivalente a 1 kilogramo por cada metro cuadrado de superficie cultivada con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). Cada unidad experimental midió 12 m^2. El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

Tratamiento 3: 2 Kg de humus de lupuna por m^2. Este tratamiento, se procedió a la incorporación de humus de Lupuna en forma homogenea, equivalente a 2 kilogramo por cada metro cuadrado de superficie cultivada con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). Cada unidad experimental midió 12 m^2. El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

Tratamiento 4: 3 Kg de humus de lupuna por m^2. Este tratamiento, se procedió a la incorporación de humus de Lupuna en forma homogenea, equivalente a 3 kilogramo por cada metro cuadrado de superficie cultivada con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). Cada unidad experimental midió 12 m^2. El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

Tratamiento 5: 4 Kg de humus de lupuna por m^2. Este tratamiento, se procedió a la incorporación de humus de Lupuna en forma homogenea, equivalente a 4 kilogramo por cada metro cuadrado de superficie cultivada con Maralfalfa

(*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). Cada unidad experimental midió 12 m^2. El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

Tratamiento 6: 5 Kg de humus de lupuna por m^2. Este tratamiento, se procedió a la incorporación de humus de Lupuna en forma homogenea, equivalente a 5 kilogramo por cada metro cuadrado de superficie cultivada con Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × Pennisetum *glaucum*). Cada unidad experimental midió 12 m^2. El resultado fue el promedio por metro cuadrado.

3.5.2. Variables dependientes

Son las siguientes:

- **Crecimiento.**

Al culminar la investigación, a los 90 días de iniciado el ensayo, se midió la altura de las plantas en centímetros, tomando la distancia desde la base hasta el ápice. Las mediciones se realizaron en todas las unidades experimentales y, posteriormente, se calculó el promedio de altura de las plantas correspondientes a cada tratamiento, con el fin de evaluar el efecto del humus de lupuna sobre el crecimiento del pasto Maralfalfa.

- **Rendimiento productivo.**

- **Peso fresco de la parte aérea por metro cuadrado**. Transcurridos los tres meses del ensayo, se determinó el peso fresco de la biomasa aérea mediante una balanza digital, considerando el material cortado desde la base hasta el ápice. Los valores obtenidos se expresaron en gramos por metro cuadrado (g/m^2) y se promediaron para cada unidad experimental, con el propósito de comparar los tratamientos aplicados.

- **Peso fresco de la parte aérea por hectárea.** A partir de los valores de peso fresco por metro cuadrado, se estimó el rendimiento por hectárea (kg/ha) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento x ha} = \left(\frac{\text{kg total de Maralfalfa}}{\text{Tamaño del área muestreada en } m^2}\right) * 10.000$$

Este cálculo permitió obtener una estimación general del rendimiento total por superficie, facilitando la comparación del comportamiento productivo entre tratamientos.

- **Peso seco de la parte aérea por metro cuadrado.** Luego de la cosecha, las muestras de biomasa se secaron hasta alcanzar peso constante, y posteriormente se registró el peso seco en gramos por metro cuadrado (g/m²) utilizando una balanza digital. Los datos se promediaron por tratamiento, lo que permitió conocer el contenido de materia seca del pasto evaluado.

- **Peso seco de la parte aérea por hectárea.** Con base en los valores de peso seco por metro cuadrado, se calculó el rendimiento seco por hectárea (kg/ha) mediante la misma ecuación aplicada para el peso fresco:

$$\mathbf{Rendimiento\ x\ ha} = \left(\frac{\mathbf{kg\ total\ de\ Maralfalfa}}{\mathbf{Tamaño\ del\ área\ muestreada\ en\ } \boldsymbol{m^2}}\right) * \mathbf{10.000}$$

3.6. Población y muestra.

3.6.1. Población.

La población estuvo conformada por un total de 60 surcos de pasto de corte maralfalfa (Pennisetum purpureum × Pennisetum glaucum), establecidos en un área total de 1257 m² mediante el método de siembra por esquejes continuos. Los surcos se dispusieron a una distancia de 0.8 m entre sí, con una longitud de 8.8 m y un ancho de 6 m por parcela. El diseño experimental se estructuró en seis tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones, sumando un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad ocupó una superficie de 52.8 m² y estuvo conformada por diez surcos de maralfalfa. Esta disposición permitió evaluar con precisión el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del cultivo, garantizando la obtención de

datos consistentes y representativos para el análisis estadístico y la interpretación final de los resultados.

3.6.1. Muestra.

La muestra se conformó por seis surcos de Pasto Maralfalfa, cada uno de 2 metros de longitud, cantidad considerada adecuada para obtener resultados confiables en cada unidad experimental. En total, se analizaron 144 surcos, correspondientes a una superficie de 11.2 m² por unidad experimental. Este número representó una presión de muestreo del 25 %, lo que aseguró la confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.7. Diseño experimental.

El presente trabajo se condujo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones, lo que conformó un total de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental contó con seis surcos, dispuestos en un área de 12 metros cuadrados, dentro de los 48 metros cuadrados disponibles para la evaluación. Los datos obtenidos fueron analizados mediante la prueba de comparación de medias de Duncan (α = 0.05), con el fin de determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

Modelo matemático

Dónde:

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Yij: Observación en el i-ésimo tratamiento en estudio.

μ: Media general de todas las observaciones

τi: Efecto del i-ésimo tratamiento en estudio.

βj: Efecto del j-ésimo repetición.

εij: Error residual.

Tabla 2.

Análisis de variancia del proyecto de investigación.

FV	GL
Bloques	4 – 1 = 3
Tratamientos	6 – 1 = 5
Error	(4 – 1) (6 – 1) = 15
Total	23

En total, se establecieron 24 unidades experimentales. Los resultados obtenidos correspondieron al promedio de las mediciones realizadas en cada unidad experimental.

Los datos se recolectaron según la siguiente tabla:

Tabla 3.

Formato de recolección de datos experimentales.

Datos de experimento			**Crecimiento**	**Rendimiento productivo**	
N° de planta	Bloque	Tratamiento	cm	Kg/m^2	Kg/ha
1	1	T^6			
2	1	T^6			
3	1	T^6			
4	1	T^6			
5	1	T^6			
6	1	T^6			
1	1	T^1			
2	1	T^1			
3	1	T^1			
4	1	T^1			
5	1	T^1			
6	1	T^1			
1	1	T^2			
2	1	T^2			
3	1	T^2			
4	1	T^2			
5	1	T^2			
6	1	T^2			
1	1	T^3			
2	1	T^3			
3	1	T^3			
4	1	T^3			
5	1	T^3			
6	1	T^3			
1	1	T^4			
2	1	T^4			
3	1	T^4			
4	1	T^4			
5	1	T^4			
6	1	T^4			
1	1	T^5			
2	1	T^5			
3	1	T^5			

4	1	T^5
5	1	T^5
6	1	T^5
1	2	T^6
2	2	T^6
3	2	T^6
4	2	T^6
5	2	T^6
6	2	T^6
1	2	T^1
2	2	T^1
3	2	T^1
4	2	T^1
5	2	T^1
6	2	T^1

Delimitación del área experimental

El área experimental fue delimitada considerando las dimensiones establecidas para cada unidad. El ancho de la unidad experimental correspondió a 6 metros (longitud total del surco por parcela) y el ancho de la parcela neta fue de 2 metros. El largo de la unidad experimental alcanzó 8 metros, con 10 surcos distanciados a 0.8 metros entre sí, mientras que la parcela neta tuvo un largo de 5.6 metros. En total, se sembraron 1,800 m² con pasto de corte Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*), propagado mediante esquejes de 15 días en brotación.

El proceso inició con la remoción del suelo mediante tractor. Posteriormente, se alinearon las hileras con cuerdas y se procedió a la siembra continua de los esquejes. Cada unidad experimental abarcó 8.8 m × 6 m, y cada parcela neta 5.6 m × 2 m. Una vez establecida la demarcación, las unidades fueron etiquetadas conforme al Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Esta metodología permitió mantener el orden en la recolección y procesamiento de los datos experimentales.

Adquisición del material genético e insumos

Los esquejes de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*), con 15 días de brotación, fueron adquiridos en la Estación Experimental del INIA Pucallpa, ubicada en el km 45.

La información recopilada durante la investigación se organizó y consolidó en una base de datos creada en Microsoft Excel. Posteriormente, el procesamiento y análisis estadístico de estos datos se realizó utilizando el programa R Studio.

CAPITULO IV.
RESULTADOS.

4.1. Efecto de diferentes dosis de humus de lupuna en el crecimiento vegetativo del pasto de corte maralfalfa.

Los resultados se describen a continuación:

4.1.1. Longitud del tallo en pasto maralfalfa.

El análisis de varianza (ANOVA) de la longitud del tallo del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$), evidenciando que las distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) influyeron de manera marcada en el crecimiento del tallo. El valor del estadístico F (72.4) confirmó la existencia de contrastes significativos en la respuesta del cultivo frente a las dosis aplicadas. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.8171$), lo que indica uniformidad en las condiciones experimentales. El coeficiente de variación (C.V. = 4.35%) fue bajo, demostrando buena precisión experimental, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.96$) explicó el 96% de la variabilidad total observada en los datos, lo que refleja un buen ajuste del modelo.

Tabla 4.

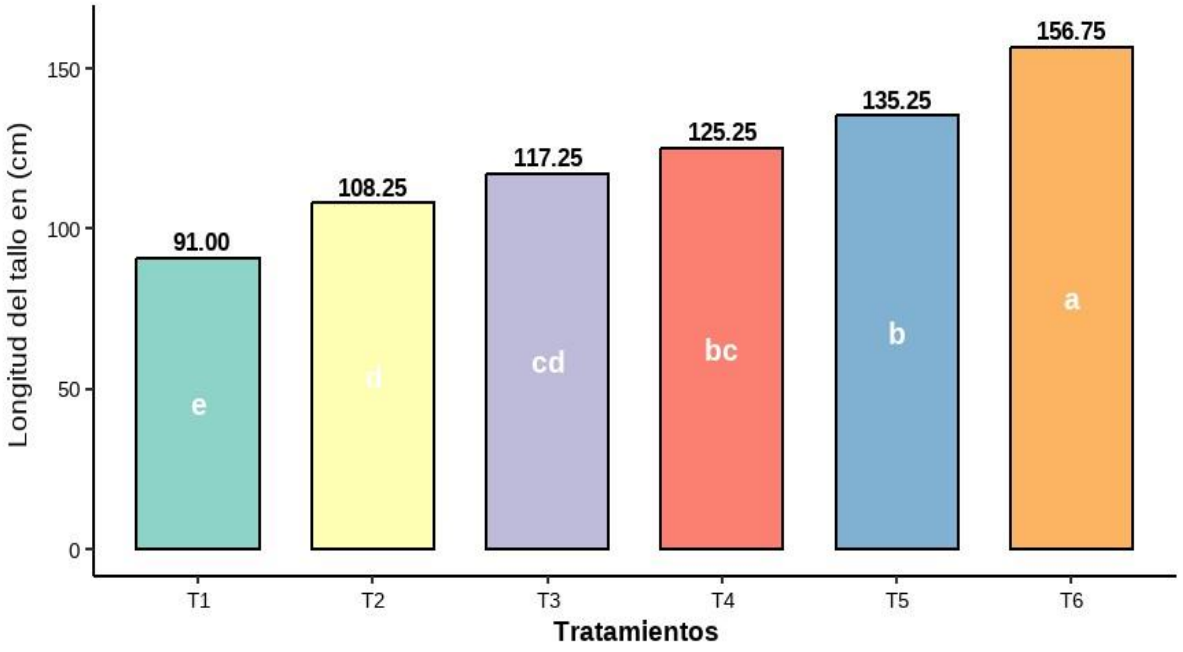
Evaluación de la longitud del tallo en pasto maralfalfa con diferentes dosis de humus de lupuna.

Tratamientos	Longitud de tallo en (cm)	Significancia
T6	156.75	a
T5	135.25	b
T4	125.25	bc
T3	117.25	cd
T2	108.25	d
T1	91	e

La longitud del tallo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El mayor promedio se observó en el tratamiento T6 con 156.75 cm, el cual superó significativamente al resto de los tratamientos. A medida que disminuyó la dosis de humus de lupuna, se registró una reducción progresiva en la longitud del tallo, alcanzando el valor más bajo en T1 con 91 cm. Esta tendencia indica una respuesta positiva del crecimiento del pasto a mayores concentraciones del abono orgánico, reflejando el efecto estimulante del humus de lupuna sobre el desarrollo vegetativo del cultivo.

Figura 1.

Fluctuación de la longitud del tallo en pasto maralfalfa con diferentes dosis de humus de lupuna.



4.1.2. Número de tallos en pasto maralfalfa.

El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el número de tallos del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*), lo que demuestra que las distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) influyeron de manera importante en esta

variable. El valor de F calculado (68.03) confirma una marcada respuesta del cultivo ante los niveles de fertilización aplicados. En cambio, el efecto de los bloques no fue significativo (p = 0.8498), lo que indica homogeneidad en las condiciones del experimento. El coeficiente de variación (C.V. = 3.57%) fue bajo, lo que refleja buena precisión experimental, mientras que el coeficiente de determinación (R^2 = 0.96) explicó el 96% de la variabilidad total, evidenciando un adecuado ajuste del modelo y una respuesta consistente del pasto a las dosis de humus empleadas.

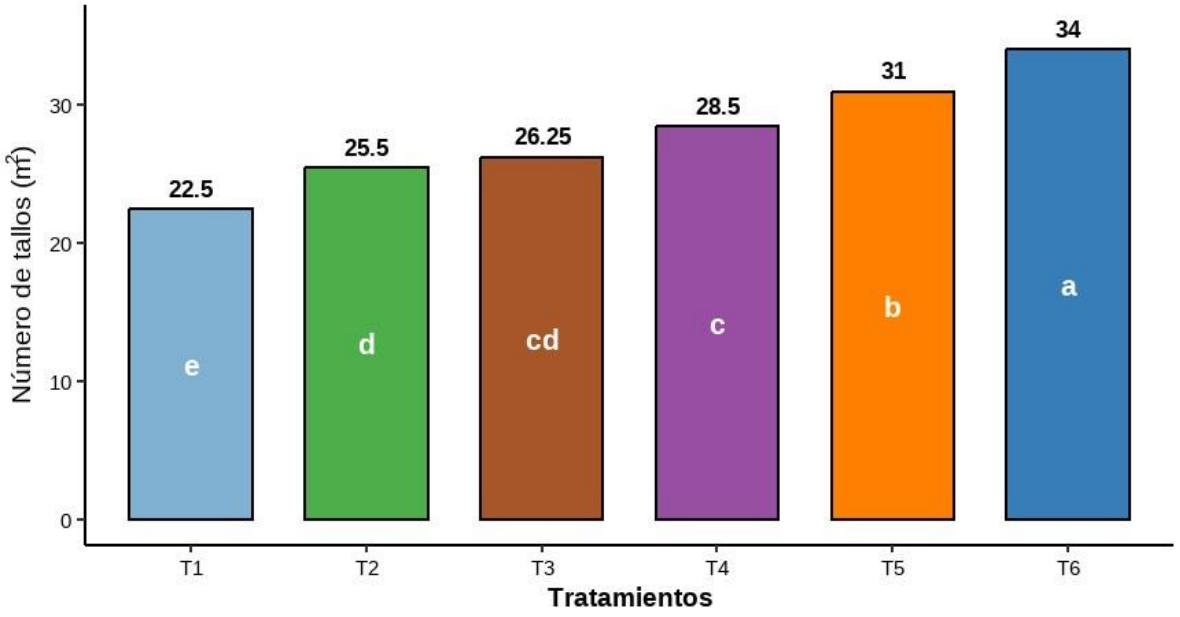
Tabla 5.

Evaluación del número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamiento	Número de tallos/m^2	Significancia
T6	34	A
T5	31	B
T4	28.5	C
T3	26.25	Cd
T2	25.5	D
T1	22.5	e

Figura 2.

Fluctuación del número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



El número de tallos por metro cuadrado en el pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) presentó diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El tratamiento T6 registró el mayor promedio con 34 tallos/m², superando de manera significativa a los demás tratamientos. A medida que disminuyó la dosis de humus de lupuna, el número de tallos se redujo progresivamente, alcanzando el valor más bajo en T1 con 22.5 tallos/m². Esta tendencia refleja que el incremento en la dosis del abono orgánico favorece la emisión de tallos, contribuyendo a una mayor densidad de crecimiento y mejor desarrollo del pasto.

4.1.3. Número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea

Los datos se observan en la tabla 6:

Tabla 6.

Evaluación del número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea con diferentes dosis de lupuna.

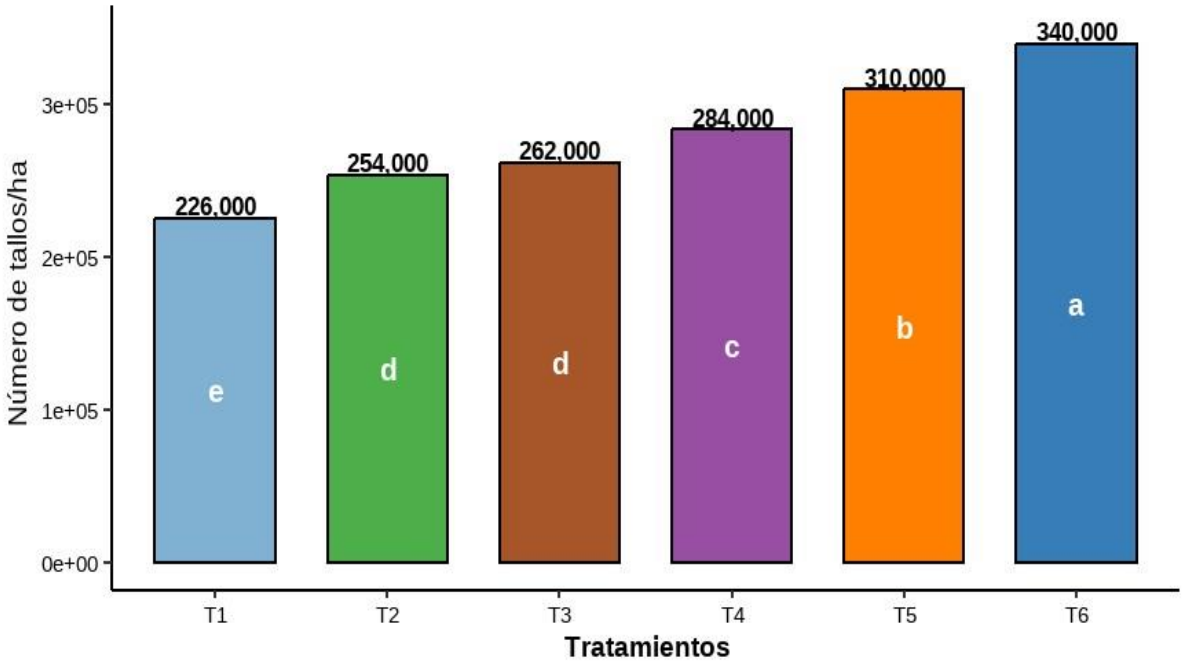
Tratamientos	Número de tallos/ha	Significancia
T6	340 000	a
T5	310 000	b
T4	284 000	c
T3	262 000	d
T2	254 000	d
T1	226 000	e

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el número de tallos por hectárea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F calculado (108.53) evidencia una clara influencia de las dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre la densidad de tallos producidos. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.888$), lo que indica que las condiciones experimentales se mantuvieron homogéneas durante el ensayo. El coeficiente de variación (C.V. =

3.15%) fue bajo, reflejando alta precisión en los resultados, mientras que el coeficiente de determinación (R^2 = 0.965) explicó el 96.5% de la variabilidad total observada, lo que demuestra un adecuado ajuste del modelo y una respuesta consistente del cultivo ante el incremento de las dosis de humus de lupuna.

Figura 3.

Fluctuación del número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



El número de tallos por hectárea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T6 alcanzó la mayor densidad con 340 000 tallos/ha, superando de manera significativa al resto. En cambio, el tratamiento T1 presentó el menor valor con 226 000 tallos/ha. Se observa una tendencia ascendente en la producción de tallos conforme aumentó la dosis de humus de lupuna, lo que indica que la aplicación de mayores cantidades de este abono orgánico favorece la brotación y el vigor del cultivo, contribuyendo a un mejor desarrollo vegetativo y mayor productividad por unidad de superficie.

4.2. Efecto de diferentes dosis de humus de lupuna en el rendimiento productivo del pasto de corte maralfalfa

Los resultados se describen a continuación.

4.2.1. Peso fresco de la parte aérea en kilogramo por planta de parte aérea

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el peso fresco de la parte aérea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F calculado (309.44) confirma que las distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) influyeron de manera determinante en la producción de biomasa fresca por hectárea. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.69$), lo que sugiere uniformidad en las condiciones experimentales.

El coeficiente de variación (C.V. = 4.73%) fue bajo, indicando buena precisión en los datos, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.95$) explicó el 95% de la variabilidad total observada, demostrando un adecuado ajuste del modelo y una respuesta consistente del cultivo frente al incremento de las dosis de humus de lupuna.

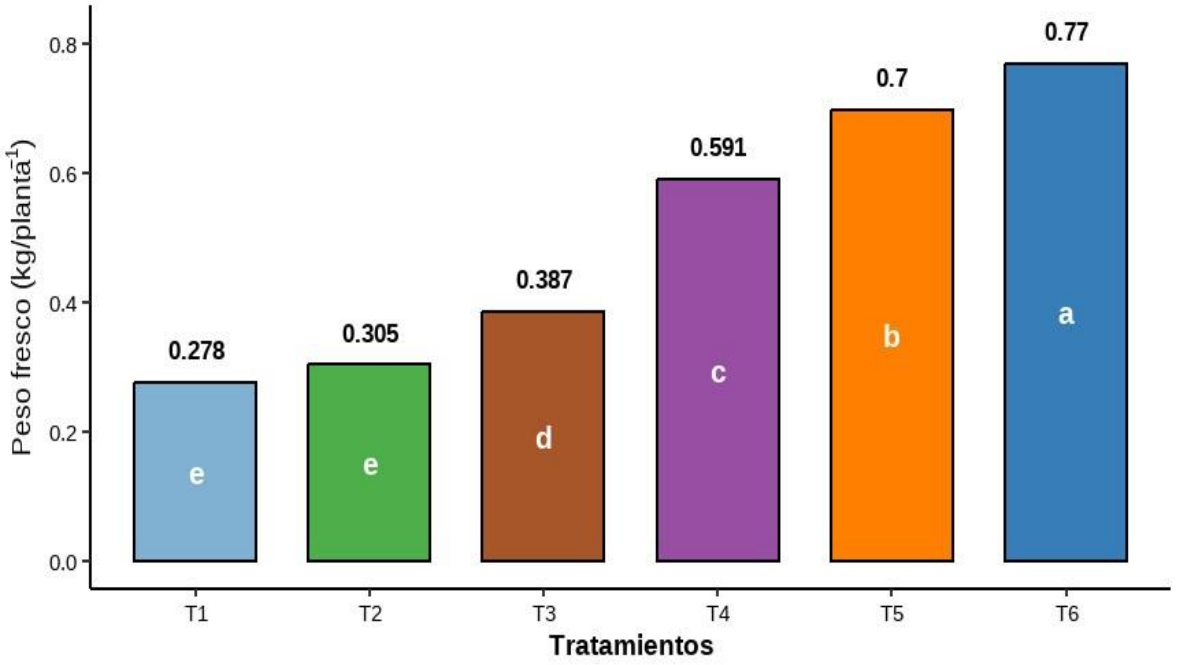
Tabla 7.

Evaluación del peso fresco de la parte aérea en kilogramos por planta del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamientos	Peso fresco (kg/planta)	Significancia
T6	0.7705	a T5
0.6998	b T4	
0.5913	c T3	
0.3873	d	
T2	0.3048	e
T1	0.278	

Figura 4.

Fluctuación del peso fresco de la parte aérea en kilogramos por planta del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



4.2.2. Peso fresco en gramos por metro cuadrado

El análisis de varianza reveló diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el peso fresco por metro cuadrado del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F (472.04) indica un efecto marcado de las distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre la producción de biomasa aérea.

En cambio, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.493$), lo que demuestra que las condiciones experimentales se mantuvieron homogéneas. Los resultados reflejan una clara tendencia de incremento en el peso fresco con el aumento de la dosis del abono orgánico, evidenciando que el humus de lupuna contribuye favorablemente al crecimiento y productividad del pasto.

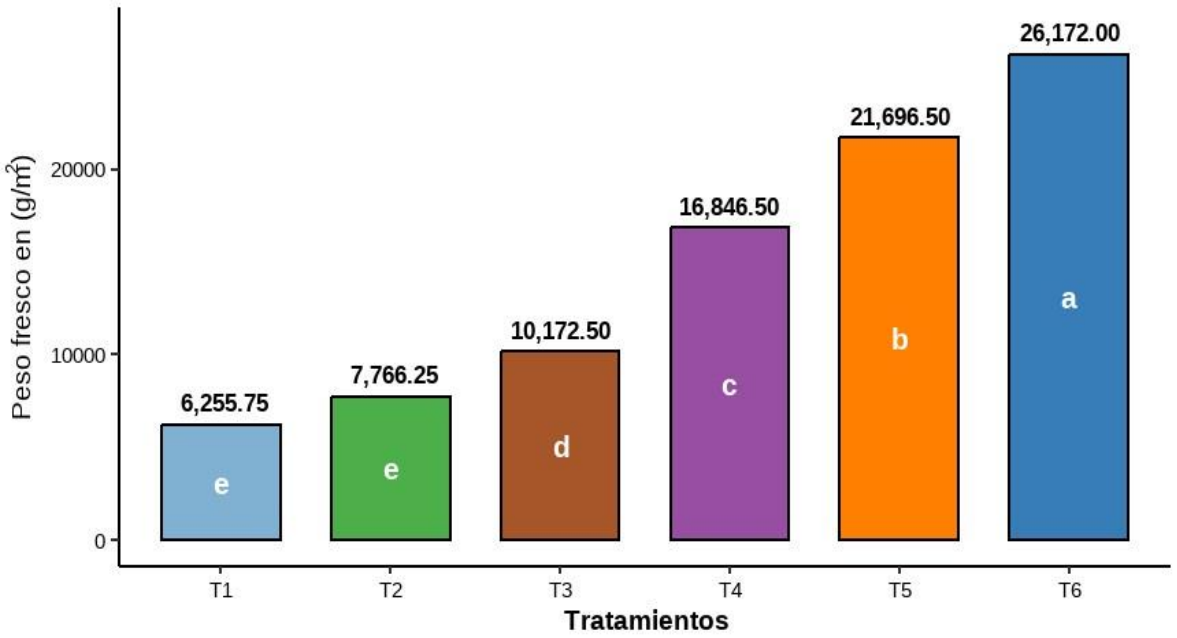
Tabla 8.

Evaluación del peso fresco en gramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamientos	Peso fresco en (g/m^2)	Significancia
T6	26 172.00	a
T5	21 696.50	b
T4	16 846.50	c
T3	10 172.50	d
T2	7 766.25	e
T1	6 255.75	e

Figura 5.

Fluctuación del peso fresco en gramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



El peso fresco del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) presentó diferencias significativas entre los tratamientos

evaluados. El tratamiento T6 registró el mayor valor promedio con 26 172 g/m², superando de forma notable a los demás. En contraste, los tratamientos T1 y T2 mostraron los menores valores, con 6 255.75 y 7 766.25 g/m², respectivamente. Se observa un incremento progresivo del peso fresco conforme aumentó la dosis de humus de lupuna, lo que evidencia que una mayor disponibilidad de materia orgánica favorece la acumulación de biomasa aérea y mejora el rendimiento del cultivo.

4.2.3. Evaluación del peso fresco en kilogramos por hectárea.

El análisis de varianza evidenció diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el peso fresco por hectárea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F calculado (517.49) demuestra un efecto marcado de las distintas dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre la producción de biomasa. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.525$), lo que indica que las condiciones experimentales se mantuvieron uniformes. El coeficiente de variación (C.V. = 5.01%) fue bajo, lo que refleja buena precisión en los datos, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9694$) explicó el 96.9% de la variabilidad total observada, evidenciando un adecuado ajuste del modelo y una respuesta positiva del cultivo al incremento de las dosis de humus de lupuna.

Tabla 9.

Evaluación del peso fresco en kilogramos por hectárea del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

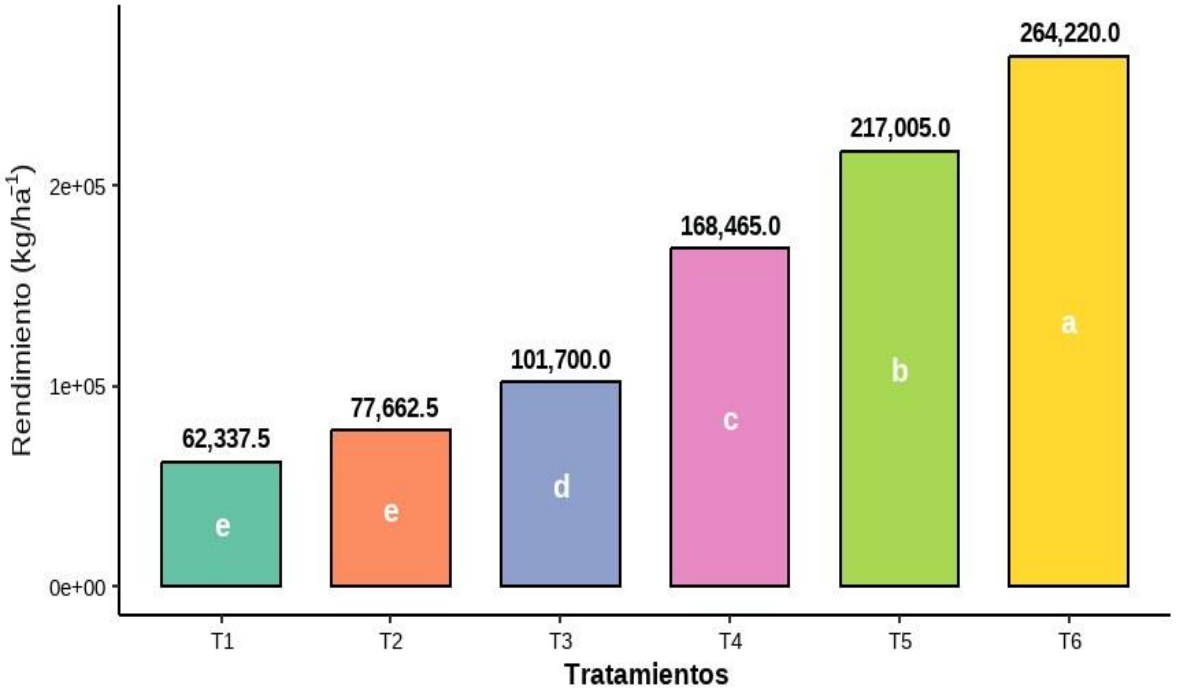
Tratamiento	Rendimiento (kg ha^{-1})	Significancia
T6	264 220.0	a
T5	217 005.0	b
T4	168 465.0	c
T3	101 700.0	d
T2	77 662.5	e
T1	62 337.5	e

El rendimiento en peso fresco del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) presentó diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El tratamiento T6 alcanzó el mayor valor con 264 220 kg ha^{-1}.

se incrementó la dosis de humus de lupuna, lo que indica que una mayor incorporación de este abono orgánico favorece la acumulación de biomasa y mejora de manera significativa la productividad del pasto.

Figura 6.

Fluctuación del peso fresco en kilogramos por hectárea del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



4.2.4. Evaluación del peso seco de la parte aérea en gramos por planta

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el peso seco de la parte aérea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F calculado (885.03) evidencia una influencia marcada de las dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*)

sobre la acumulación de materia seca en las plantas. En contraste, el efecto de los bloques no fue significativo (p = 0.0826), lo que sugiere condiciones experimentales uniformes. El coeficiente de variación (C.V. = 1.67%) fue bajo, indicando alta precisión en los resultados, mientras que el coeficiente de determinación (R^2 = 0.979) explicó el 97.9% de la variabilidad total, demostrando un excelente ajuste del modelo y una respuesta consistente del cultivo al incremento de las dosis de humus de lupuna.

Tabla 10.

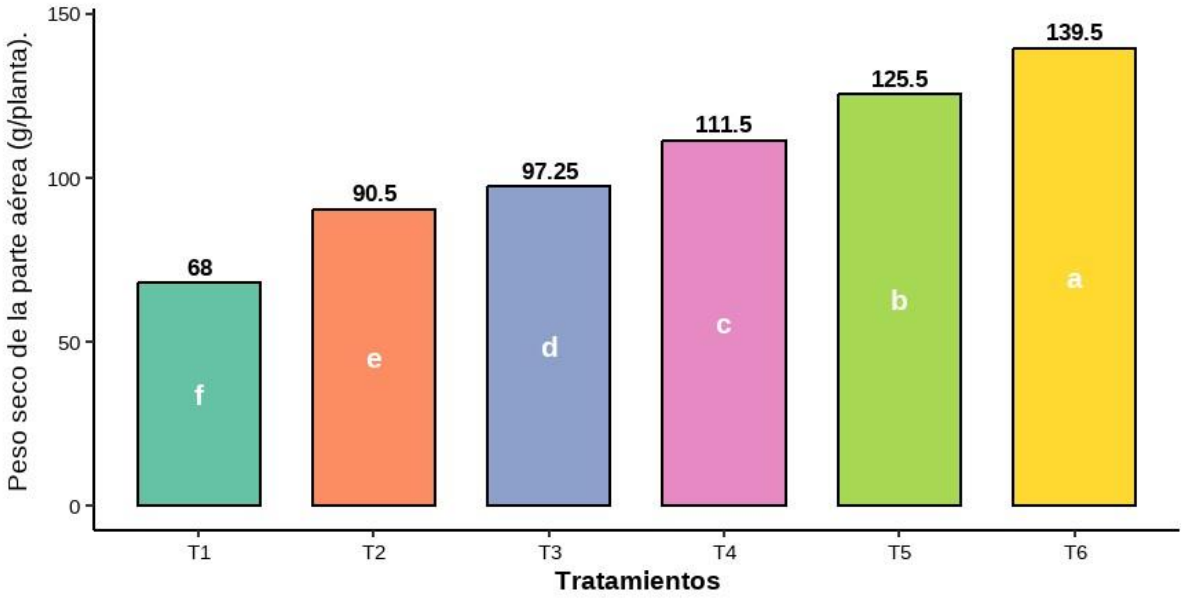
Evaluación peso seco de la parte aérea en gramos por planta en el pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamiento	Peso seco de la parte aérea (g/planta)	Significancia
T6	139.5	a
T5	125.5	b
T4	111.5	c
T3	97.25	d
T2	90.5	e
T1	68	f

El peso seco de la parte aérea del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T6 obtuvo el mayor valor promedio con 139.5 g/planta, superando de forma significativa a los demás. En contraste, el tratamiento T1 registró el menor valor con 68 g/planta. Se observó una tendencia creciente en la acumulación de materia seca conforme aumentó la dosis de humus de lupuna, lo que evidencia que una mayor disponibilidad de nutrientes orgánicos favorece la síntesis y almacenamiento de biomasa, contribuyendo a un mejor desarrollo y vigor de las plantas.

Figura 7.

Fluctuación del peso seco de la parte aérea en gramos por planta en el pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



4.2.5. Evaluación del peso seco en kilogramos por metro cuadrado

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p \leq 0.001$) en el peso seco por metro cuadrado del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El valor de F calculado (386.94) evidencia un efecto marcado de las dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre la producción de biomasa seca.

En contraste, el efecto de los bloques no resultó significativo ($p = 0.5097$), lo que indica condiciones experimentales uniformes. El coeficiente de variación (C.V. = 3.88%) fue bajo, reflejando alta precisión en los resultados, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.982$) explicó el 98.2% de la variabilidad total observada. Estos resultados demuestran que el incremento en las dosis de humus de lupuna favoreció significativamente la acumulación de materia seca en el pasto maralfalfa.

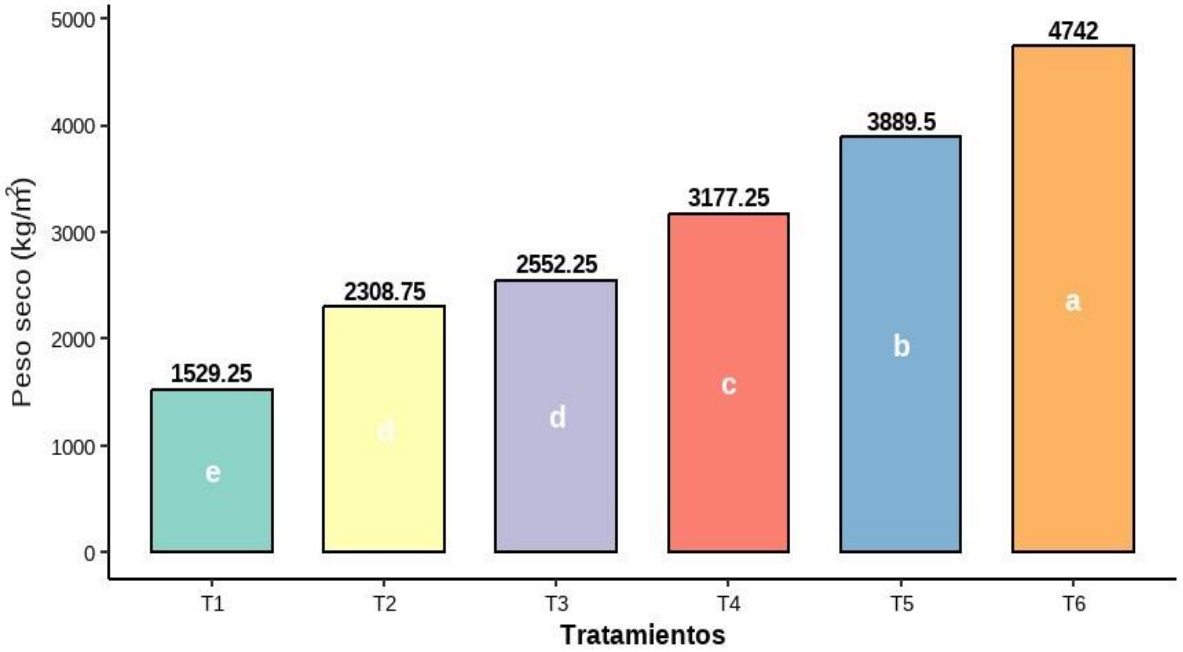
Tabla 11.

Evaluación del peso seco en kilogramos por metro cuadrado en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamiento	Peso seco en (kg/m2)	Significancia
T6	4742	a
T5	3889.5	b
T4	3177.25	c
T3	2552.25	d
T2	2308.75	d
T1	1529.25	e

Figura 8.

Fluctuación del peso seco en kilogramos por metro cuadrado en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



En la Tabla 11 se presenta la evaluación del peso seco expresado en kilogramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa cultivado con diferentes dosis de lupuna. Se observa una tendencia ascendente conforme se incrementa la dosis

aplicada, evidenciando una respuesta positiva del cultivo al abono orgánico. El tratamiento T6 alcanzó el mayor valor con 4742 kg/m², diferenciándose significativamente del resto, mientras que T1 registró el valor más bajo con 1529.25 kg/m². Los tratamientos intermedios mostraron rendimientos graduales, ubicándose T5 y T4 en niveles intermedios con 3889.5 y 3177.25 kg/m², respectivamente. Estos resultados reflejan que la aplicación de mayores dosis de lupuna favorece la acumulación de materia seca en el pasto maralfalfa, lo que sugiere una mejora en su desarrollo y productividad.

4.2.6. Evaluación del peso seco en kilogramos por hectárea

El análisis de varianza presentado en el Anexo 9 muestra diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre los tratamientos evaluados en el peso seco por hectárea del pasto maralfalfa bajo distintas dosis de lupuna. El valor de F calculado (386.94) indica un efecto marcado del tratamiento sobre la variable analizada, lo que confirma que las dosis aplicadas influyeron directamente en la producción de biomasa. En contraste, el factor bloque no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$), evidenciando una adecuada homogeneidad experimental. El coeficiente de variación (3.88%) refleja una buena precisión en los datos obtenidos, mientras que el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.982$) demuestra que el modelo explica el 98.2% de la variabilidad total del peso seco, lo que respalda la confiabilidad de los resultados.

Tabla 12.

Evaluación del peso seco en kilogramos por hectárea en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

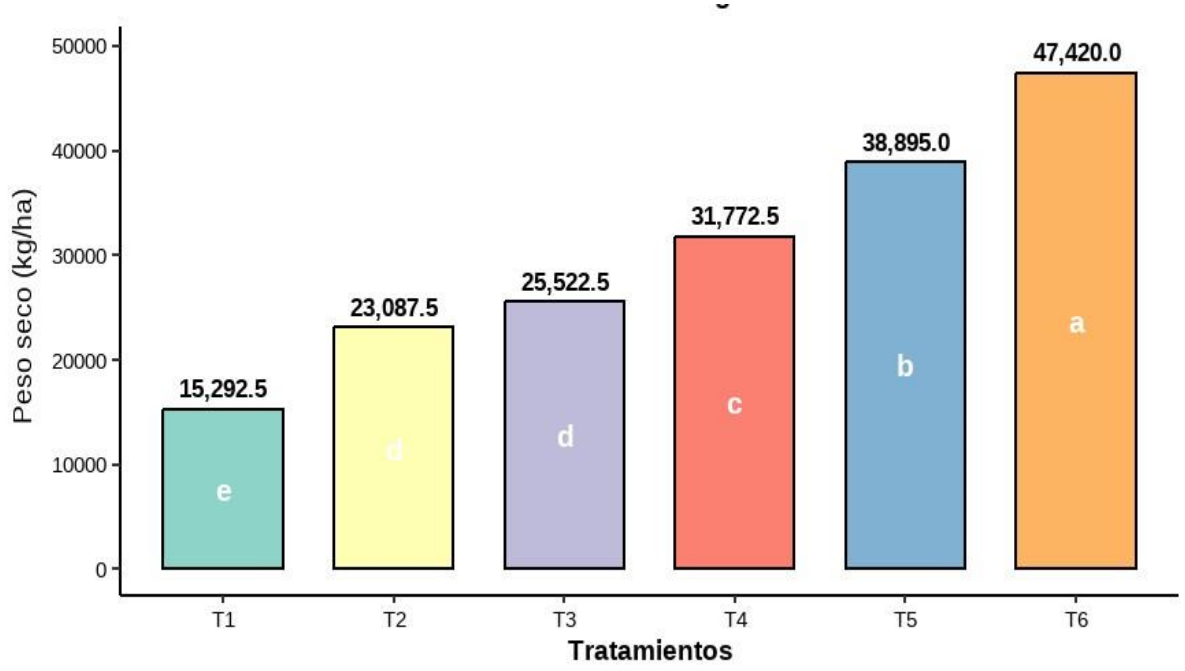
Tratamientos	Peso seco (kg/ha)	Grupo
T6	47 420.0	a
T5	38 895.0	b
T4	31 772.5	c
T3	25 522.5	d
T2	23 087.5	d
T1	15 292.5	e

La Tabla 12 presenta los valores promedios del peso seco por hectárea en el pasto maralfalfa sometido a diferentes dosis de lupuna. Se observa una clara tendencia ascendente en la producción de biomasa conforme se incrementa la dosis aplicada. El tratamiento T6 alcanzó el mayor rendimiento con 47 420 kg/ha, formando un grupo estadísticamente superior al resto.

En segundo lugar, el tratamiento T5 obtuvo 38 895 kg/ha, seguido por T4 con 31 772.5 kg/ha, ambos con diferencias significativas entre sí. Los tratamientos T3 y T2 presentaron valores intermedios, sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que T1 registró el menor rendimiento (15 292.5 kg/ha). Estos resultados evidencian que el aumento en la dosis de lupuna favorece significativamente la acumulación de materia seca en el pasto maralfalfa, reflejando una respuesta positiva del cultivo a la fertilización orgánica aplicada.

Figura 9.

Fluctuación del peso seco en kilogramos por hectárea en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



4.2.7. Área foliar

El Anexo 10 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al área foliar del pasto maralfalfa bajo diferentes dosis de lupuna. Se

evidenció un efecto altamente significativo de los tratamientos ($p < 0.001$), lo que indica que las distintas dosis influyeron de manera marcada en el desarrollo foliar del cultivo. Por el contrario, el efecto de los bloques no fue significativo ($p = 0.6371$), lo que sugiere homogeneidad en las condiciones experimentales. El modelo presentó una adecuada capacidad explicativa, con una variación residual moderada, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos. En conjunto, el análisis demuestra que la aplicación de lupuna tuvo un impacto directo y positivo sobre el área foliar del pasto maralfalfa.

Tabla 13.

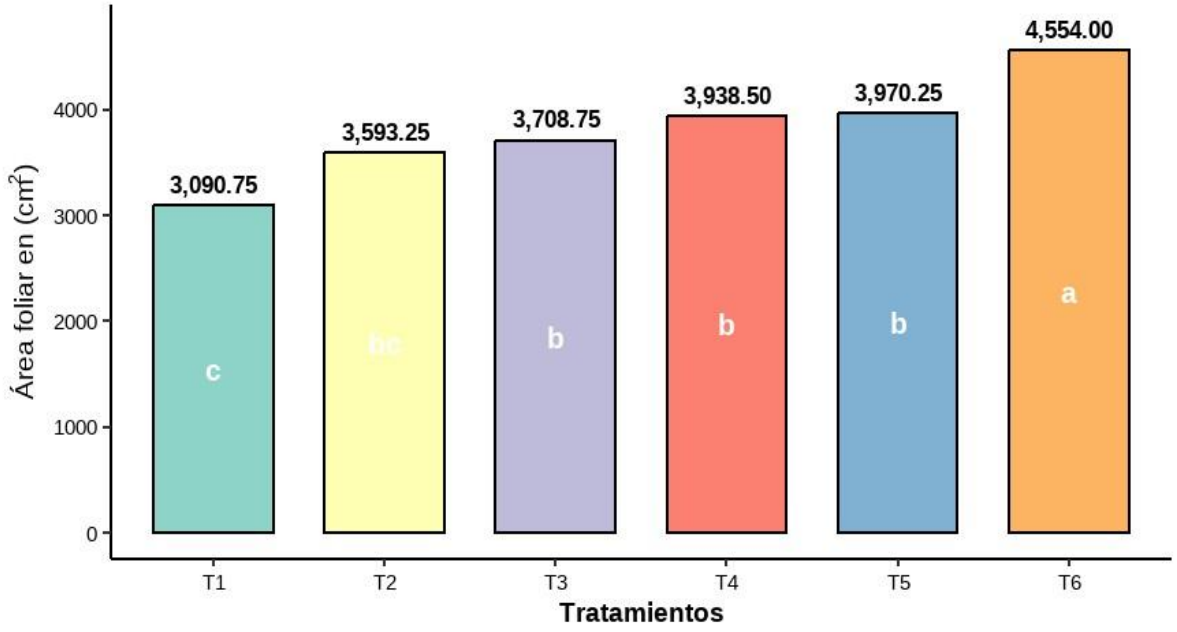
Evaluación del área foliar del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Tratamiento	Área foliar (cm)	Significancia
T6	4 554.00	a
T5	3 970.25	b
T4	3 938.50	b
T3	3 708.75	b
T2	3 593.25	bc
T1	3 090.75	c

La Tabla 13 presenta los valores promedio del área foliar del pasto maralfalfa sometido a diferentes dosis de lupuna. Se observa que el tratamiento T6 alcanzó el mayor desarrollo foliar con 4 554.00, seguido por T5, T4 y T3, cuyos valores fueron estadísticamente inferiores pero cercanos entre sí. Los tratamientos T2 y T1 registraron las menores áreas foliares, con diferencias significativas respecto a los tratamientos de mayor dosis. Estos resultados evidencian que el incremento en la aplicación de lupuna favoreció la expansión foliar del pasto maralfalfa, lo que sugiere una mejor capacidad fotosintética y, por ende, un crecimiento más vigoroso del cultivo.

Figura 10.

Fluctuación del área foliar del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.



CAPITULO V.
DISCUSION.

5.1. Crecimiento vegetativo del pasto maralfalfa

El crecimiento vegetativo del pasto maralfalfa respondió positivamente al aumento de las dosis de humus de lupuna, lo que evidenció la influencia directa de la materia orgánica en la formación de tallos y la expansión del follaje. La liberación gradual de nutrientes, especialmente nitrógeno y potasio, favoreció la división celular y la elongación de los tejidos, generando plantas más vigorosas y con mayor densidad por superficie cultivada. En suelos arenosos como los de Pucallpa, caracterizados por baja fertilidad y escasa retención de agua, el humus actúa además como mejorador del suelo, incrementando la capacidad de retención de humedad y creando condiciones favorables para el ahijamiento y la cobertura del pasto. Resultados similares fueron reportados por Cerdas-Ramírez et al. (2021) y Manrique Lavio (2012), quienes señalan que los abonos orgánicos contribuyen a un desarrollo vegetativo más equilibrado en gramíneas tropicales. Investigaciones sobre el crecimiento de pastos de corte muestran que la altura y la frecuencia de corte influyen de manera decisiva en la producción forrajera. En pasto buffel, una altura de corte de 8 cm con dos cortes semanales generó la mayor biomasa total y la más alta tasa de crecimiento (López et al., 2005). En el pasto Mulato II, el crecimiento neto de tallos fue mayor con una altura residual de 15 cm durante la época lluviosa, alcanzando 209 cm por tallo, recomendándose realizar el corte entre los 35 y 42 días posteriores al rebrote (García et al., 2024). En maralfalfa, el número de tallos por cepa aumentó de 20,89 a 26,72 entre los 45 y 60 días después de la siembra (Ramírez & Pérez, 2006). De manera similar, en pasto maniçoba, los cortes realizados a 45 cm de altura produjeron 12 brotaciones, superando los resultados obtenidos con cortes más bajos (Moreira et al., 2008).

5.2. Rendimiento productivo del pasto maralfalfa

El rendimiento productivo del pasto maralfalfa mostró un incremento progresivo con el aumento de las dosis de humus de lupuna. Las plantas que recibieron las mayores concentraciones registraron los valores más altos de peso fresco y seco,

reflejando una mejor eficiencia en la absorción y aprovechamiento de los nutrientes disponibles. Este efecto está asociado con la capacidad del humus para mejorar la aireación del suelo, incrementar la actividad microbiana y favorecer la retención de humedad, condiciones que estimulan el crecimiento vegetativo y la acumulación de biomasa. Resultados similares fueron reportados por Vega Cruzado (2016) y Del Águila et al. (2023), quienes observaron incrementos significativos en la producción de maralfalfa manejada con fertilización orgánica. En conjunto, los datos confirman que el humus de lupuna constituye una alternativa sostenible para mejorar la productividad forrajera en suelos de baja fertilidad. Diversos estudios respaldan el efecto positivo de las fuentes orgánicas y del manejo agronómico sobre el rendimiento de biomasa fresca y seca en gramíneas forrajeras. Gómez et al. (2021) evaluaron el pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*), obteniendo un máximo de 2,80 kg/m² de materia fresca con cortes a 60 días y un 21,45 % de materia seca con cortes a 40 días. De manera similar, Nava-Berumen et al. (2018) reportaron en México rendimientos acumulados de hasta 249 t/ha de forraje verde en la variedad Maximus y 40 t/ha de forraje seco en Matua, cultivadas durante la época seca. En el caso del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), Soto (2014) registró un rendimiento de 10,2 t/ha de materia seca, mientras que Ramírez (2015) encontró que en maralfalfa fertilizada con nitrógeno los valores de biomasa seca fluctuaron entre 1.760 y 12.157 kg/ha por corte de 49 días, dependiendo de la dosis aplicada (0–90 kg N/ha).

5.3. Área foliar

El área foliar aumentó de manera significativa con la aplicación de dosis crecientes de humus de lupuna, siendo el tratamiento con mayor concentración el que alcanzó la superficie foliar más amplia. Este incremento está estrechamente relacionado con la mayor disponibilidad de nitrógeno, elemento esencial en la síntesis de clorofila y proteínas, lo que favorece la eficiencia fotosintética y la producción de materia seca. Una mayor expansión foliar permite una mayor interceptación de luz, contribuyendo directamente al rendimiento total del cultivo. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Maldonado-Peralta et al. (2022), quienes resaltaron la relación entre nutrición orgánica, desarrollo foliar y eficiencia fisiológica en gramíneas forrajeras. Diversos estudios respaldan la importancia del área foliar como

indicador de productividad en pastos tropicales. Villegas et al. (2019) compararon modelos de regresión para estimar el área foliar en pasto Cayman (*Brachiaria* híbrido), concluyendo que el largo de la hoja constituye el parámetro más determinante y que el modelo cúbico basado en dicha dimensión ofrece la mayor precisión. De manera similar, Galzerano (2012) desarrolló una ecuación de estimación para *Panicum maximum* cv. Aruana, obteniendo un coeficiente de determinación de 0,90, lo que demuestra la consistencia del comprimento foliar como predictor confiable. Por su parte, Clavero (1993) analizó el efecto de la defoliación sobre el índice de área foliar e intercepción lumínica en doce especies de pastos tropicales, evidenciando su estrecha vinculación con la capacidad fotosintética del dosel. Asimismo, Borges et al. (2011) evaluaron seis gramíneas forrajeras y determinaron que *Panicum maximum* presentó el mayor índice de área foliar bajo condiciones de fertilización periódica e irrigación.

CAPITULO VI.
CONCLUSIONES.

- Se pudo determinar que las diferentes dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) influyeron significativamente en el rendimiento del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) cultivado en suelos arenosos de Pucallpa, demostrando el potencial de este abono orgánico como alternativa sostenible para mejorar la productividad forrajera en condiciones de baja fertilidad.

- La aplicación de mayores dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) incrementó significativamente la altura o longitud del tallo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). El tratamiento con la dosis más alta (T6) registró el mayor crecimiento, mientras que el menor desarrollo se observó en T1, evidenciando una respuesta directamente proporcional entre la cantidad de abono orgánico y el desarrollo vegetativo del cultivo en suelos arenosos de Pucallpa.

- La aplicación de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) tuvo un efecto altamente significativo en la producción de biomasa fresca del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*). Los resultados evidencian que, a medida que se incrementó la dosis del abono orgánico, se registraron aumentos progresivos en el peso fresco por planta, por metro cuadrado y por hectárea, alcanzando los mayores valores el tratamiento T6.

- La producción de biomasa seca de la maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) mostró un incremento proporcional a las dosis de humus de lupuna (*Ceiba pentandra*) aplicadas. Los tratamientos con mayor cantidad del abono orgánico evidenciaron un contenido superior de materia seca, lo que refleja una mejor absorción de nutrientes y un desarrollo más eficiente del cultivo.

CAPITULO VII.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda continuar empleando humus de lupuna como alternativa orgánica para el mejoramiento de pastos en suelos de baja fertilidad, considerando su aporte en la productividad y sostenibilidad de los sistemas forrajeros en la Amazonía peruana.

- Es aconsejable aplicar dosis altas de humus de lupuna en el cultivo de maralfalfa, ya que favorecen el crecimiento en altura y vigor del pasto, lo que podría traducirse en mayores rendimientos y mejor aprovechamiento del área cultivada.

- Se sugiere emplear las dosis superiores de humus de lupuna para potenciar la producción de biomasa fresca, especialmente en zonas con suelos arenosos donde la disponibilidad de nutrientes suele ser limitada.

- Conviene priorizar el uso de mayores concentraciones de humus de lupuna en la fertilización del pasto maralfalfa, con el fin de optimizar la producción de biomasa seca y mejorar la calidad nutricional del forraje destinado a la alimentación animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Aldana, E. S., Cuellar, M., & Reyes, J. C. (2022). Pastos en trópico bajo en la Amazonía del Caquetá. Innventiva, (4).

Amazónicos, E. (2017). Las curvas de crecimiento de dos pastos introducidos en. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(7), 1-9.

Asencios Romero, M. A. (2022). Efecto del humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de forraje maralfalfa (Pennisetum sp.) en el distrito de Pacaipampa, Piura [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio UNP. https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/4131

Barén Párraga, J. R., & Centeno Vera, L. A. (2017). Valores nutritivos del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum × Pennisetum glaucum), sometido a cuatro intervalos de corte en el Valle del Río Carrizal [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Institucional ESPAM. https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/649

Benítez, E., Chamba, H., Sánchez, E., Parra, S., Ochoa, D., Sánchez, J., & Guerrero, R. (2017). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. Bosques Latitud Cero, 7(2), 83-97.

Borges, B. M. M. N., da Silva Júnior, L. C., Lucas, F. T., & da Silva, W. J. (2011). Relação entre o fluxo luminoso interceptado em diferentes épocas no índice de área foliar de diferentes forrageiras. Semina: Ciências Agrárias, 32(4), 1589-1594.

Cerdas-Ramírez, R. (2015). Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) con varias dosis de fertilización nitrogenada. InterSedes, 16(33), 124-145.

Cerdas-Ramírez, R., Vidal-Vega, E., & Vargas-Rojas, J. C. (2021). Productividad del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum × Pennisetum glaucum) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. InterSedes, 22(45), 136–161. https://www.redalyc.org/journal/666/66670035006/html/

Clavero, T. (1993). Efecto de la defoliación sobre el crecimiento, área foliar e intercepción de luz en pastos tropicales. Revista De La Facultad De Agronomia De La Universidad Del Zulia, 10.

Doan, T. T., Sisouvanh, P., Sengkhrua, T., Sritumboon, S., Rumpel, C., Jouquet, P., & Bottinelli, N. (2021). Site-specific effects of organic amendments on parameters of tropical agricultural soil and yield: A field experiment in three countries in Southeast Asia. Agronomy, 11(2), 348. https://doi.org/10.3390/agronomy11020348

Edmeades, D. C. (2003). The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: A review. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 66(2), 165–180.

Galzerano, L. (2012). Medidas lineares na estimativa da área foliar do capim-aruana. Nucleus Animalium, 4(1), 2.

García, A. R. R., Peralta, M. D. L. Á. M., Alberto, F. P., Hernández, H. P., & Ríos, J. V. (2024). Dinámica de formación de tallos, rendimiento y análisis bromatológico del pasto Mulato II (Urochloa híbrido) en el Trópico Seco de México: Pasto Mulato II en el Trópico Seco de México. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 12(1), 1-10.

Gómez, J. C., Galarza, G. V., Pérez, J. T., & Salazar, C. I. M. (2021). Rendimiento de biomasa del pasto Saboya (Megathyrsus maximus) con relación a dos frecuencias de corte. Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación, 6(2), 55-63.

Leonard, I., Burgos, J. V., Uvidia, H., Torres, V., Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., & Andino, M. (2017). Las curvas de crecimiento de dos pastos introducidos en Ecosistemas Amazónicos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 18(7), 1-9.

López, S. B., Garay, A. H., Moya, E. G., Pérez, J. P., Shibata, J. K., Haro, J. G. H., ... & Muñoz, S. S. G. (2005). Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto Buffel (Cenchrus ciliaris L.) en un invernadero. Agrociencia, 39(2), 137-147.

Maldonado-Peralta, M. Á., Rojas-García, A. R., Sánchez-Santillán, P., Bottini-Luzardo, M. B., Torres-Salado, N., Ventura-Ríos, J., Joaquín-Cancino, S., & Luna-Guerrero, M. J. (2022). Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum × Pennisetum glaucum) en el trópico seco. Agro Productividad, 15(1), 45–52. https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1445

Manrique Lavio, I. D. (2012). Influencia de tres tipos de abono en el rendimiento del pasto elefante (Pennisetum purpureum) cv. Común en selva alta [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Unapiquitos.

Mayorga Castillo, D. X. (2019). Comportamiento de los cerdos criollos (Susscrofa Ssp) en sistema de pastoreo en condiciones Amazónicas (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).

Mendoza Inga, M. E. (2020). Evaluación del efecto del humus de lombriz en el desarrollo del cultivo de maralfalfa (Pennisetum sp.) en condiciones del valle del Mantaro – Junín [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7280

Millaleo, R. M., Montecinos, R. C., Rubio, H. R., Contreras, N. A., & Borie, B. F. (2006). Efecto de los propágulos micorrícicos arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. Revista Chilena de Suelo y Nutrición Vegetal, 6(1), 26–39.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Informe anual de la calidad de suelos agrícolas en el Perú. Lima, Perú.

Moreira Filho, E. C., da Silva, D. S., de Andrade, A. P., Parente, H. N., & Viana, B. L. (2008). Crescimento Vegetativo da Maniçoba submetida a diferentes manejos de solo, densidades de plantio e Alturas de Corte. Revista Caatinga, 21(4), 147-153.

Nava-Berumen, C. A., Rosales-Serna, R., Carrete-Carreón, F. O., Jiménez-Ocampo, R., Domínguez-Martínez, P. A., & Reyes-Estrada, O. (2018). Productividad y calidad de forraje de pastos cultivados durante la época seca en Durango, México. Agrociencia, 52(6), 803-816.

Nogales, R., Cifuentes, C., & Benítez, E. (2005). Vermicomposting of winery wastes: A laboratory study. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 40(4), 659–673.

Obied, H. K., Allen, M. S., Bedgood, D. R., Prenzler, P. D., Robards, K., & Stockmann, R. (2005). Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(3), 823–837.

Olivares, M. A. C., Hernández, R. A., Vences, C. C., Jáquez, B. J. L., & Ojeda, B. D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia, 28(1), 27–37.

Ortega, L. D. M., Sánchez, O. J., Ocampo, M. J., Sandoval, C. E., Salcido, C. B. A., & Manzo, R. F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, 6(3), 339–346.

Peña Lévano, J. J. (2021). Dosis de humus de lombriz y su efecto en el rendimiento del cultivo de alfalfa (Medicago sativa) en el distrito de San Juan Bautista, Huamanga – Ayacucho [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.13032/8084

Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Caracterización físico-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República. Soil Science and Plant Nutrition Vegetal, 8(1), 10–29.

Ramírez, Y., & Pérez, J. (2006). Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.). Revista Unellez de Ciencia y Tecnología, 24, 57-62.

Rupay, K., Ampuero, G., Vela, C., Angulo, C., Mathios, M., & Torres, R. (2023). Evaluación agronómica y nutricional de pastos tropicales de corte sometidos a diferentes frecuencias de corte en Yurimaguas, Amazonia peruana. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 34(5).

Soto, M. E. L. (2014). Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (Pennisetum sp.) en el Noroccidente de Venezuela. ZOOTECNIA TROPICAL, 29(1).

Villegas, D., Torres, N. V., Pino, M. E. M., Terán, Y., Pérez, Y. P., Rivas, S. V., ... & Guerrero, Á. P. (2019). Comparación de modelos para estimar el área foliar en pasto Cayman (Brachiaria hybrido). Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 3(2), 71-77.

Willian, D. G. (2020). Cambios en las propiedades físicas, químicas, biológicas y captura de carbono del suelo en la recuperación de pasturas degradadas de braquiaria (Brachiaria decumbens), en Pucallpa, Perú.

ANEXOS.

Anexo 1.

ANOVA de la longitud del tallo en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	p-valor
Tratamientos	5	10 263.2	2 052.64	72.4	10^{-10} ***
Bloques	3	26.5	8.82	0.31	0.8171
Error	15	425.3	28.35	–	–
Total	23	10 715.0	–	–	–

C.V: 4.35% **R^2:** 0.96

Anexo 2.

ANOVA número de tallos en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Valor p	Significancia
Tratamientos	5	339.21	67.84	68.03	9.05×10^{-10}	***
Bloques	3	0.79	0.26	0.26	0.8498	n.s.
Error	15	14.96	0.99	—	—	—
Total	23	354.96	—	—	—	—

C.V: 3.57% **R^2:** 0.96

Anexo 3.

***ANOVA del número del número de tallos en pasto maralfalfa por hectárea con diferentes dosis de lupuna*.**

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)
Tratamientos	5	42 150 000 000	8 429 000 000	108.532	8.69e-14
Bloques	4	86 670 000	21 670 000	0.279	0.888
Error	20	1 553 000 000	77 670 000	–	–
Total	29	43 789 670 000	–	–	–

C.V: 3.15% **R^2:** 0.965

Anexo 4.

ANOVA del peso fresco de la parte aérea en kilogramos por hectárea pasto del maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)
Tratamientos	5	0.8854	0.17708	309.443	1.42e-14*
Bloques	3	0.0009	0.00028	0.496	0.69
Error	15	0.0086	0.00057	–	–
Total	23	0.8949	–	–	–

C.V: 4.73% **R^2:** 0.9513

Anexo 5.

ANOVA del peso fresco en gramos por metro cuadrado del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)
Tratamientos	5	1.300×10^9	259 969 491	472.04	6.14×10^{-16}
Bloques	3	1.387×10^6	462 382	0.84	0.493
Error	15	8.261×10^6	550 734	–	–
Total	23	1.309×10^9	–	–	–

C.V: 4.82% **R^2:** 0.9449

Anexo 6.

ANOVA del peso fresco en kilogramos por hectárea del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)	Significación
Tratamientos	5	132 500 000 000	26 490 000 000	**517.486**	3.1×10^{-16}	***
Bloques	3	119 400 000	39 800 000	0.777	0.525	NS
Error	15	767 900 000	51 190 000	–	–	–

C.V: 5.01% **R^2:** 0.9694

Anexo 7.

***ANOVA del peso seco de la parte aérea en gramos por planta en el pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna*.**

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)	Significación
Tratamientos	5	13 164.9	2 632.97	885.03	< 2e-16	***
Bloques	3	24.1	8.04	2.7	0.0826	NS
Error	15	44.6	2.97	–	–	–
Total	23	13 233.6	–	–	–	–

C.V: 1.67% **R^2:** 0.979

Anexo 8.

***ANOVA del peso seco en kilogramos por metro cuadrado en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna*.**

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)
Tratamientos	5	26 768 015	5 353 603	386.9434	2.694e-15
Bloques	3	33 476	11 159	0.8065	0.5097
Error	15	207 534	13 836	–	–
Total	23	27 009 025	–	–	–

C.V: 4.82% **R^2:** 0.9449

Anexo 9.

***ANOVA del peso seco en kilogramos por hectárea en pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna*.**

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadros (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Pr(>F)
Tratamientos	5	26 768 015	5 353 603	386.9434	2.694e-15
Bloques	3	33 476	11 159	0.8065	0.5097
Error	15	207 534	13 836	–	–
Total	23	27 009 025	–	–	–

C.V: 3.88% **R^2:** 0.982

Anexo 10.

***ANOVA del área foliar del pasto maralfalfa con diferentes dosis de lupuna*.**

Fuente de variación	Grados de Libertad (Df)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado Medio (CM)	F calculado	Valor p
Tratamientos	5	4 681 110	936 222	17.332	0.00000923
Bloques	3	93 993	31 331	0.58	0.6371
Error	15	810 267	54 018	–	–
Total	23	5 585 370	–	–	–

Anexo 11.

Análisis del Humus de lupuna.

Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO
LABSAF EL CHIRA
N° 100015-25NA / AB / ECH

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
Propietario / Productor	: Juan Carlos Rojas Llanque
Dirección del cliente	: Av. La Molina, N° 1981, La Molina Lima Perú
Solicitado por	: PI con CUI N° 2472190 - "Campaña Peru 2M Conoce La Fertilidad de tu Suelo"
Muestreado por	: El Cliente
Referencia del muestreo	: No indica
Procedencia de muestra(s) (***)	: Mallaritos, Marcavelica, Sullana, Piura
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2025-08-27
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2025-09-19
Lugar de ensayo	: LABSAF EL CHIRA
Fecha(s) de análisis	: Del 2025-09-19 al 2025-10-29
Cotización del servicio	: 117-25-ECH
Fecha de emisión	: 2025-10-30

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			AB015-ECH-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada			ABONO	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (***)			2025-08-27	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)			16:00	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)			UNU - INIA	-	-	-	-	-
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH. (*)	und. pH	-	8,7	-	-	-	-	-
Conductividad Electrica (*)	mS/m	-	45,6	-	-	-	-	-
Materia Organica (*)	%	-	55,9	-	-	-	-	-
Nitrogeno Total (*)	%	-	1,1	-	-	-	-	-
Calcio (Ca) (*)	cmol (+)/Kg	-	198,0	-	-	-	-	-
Magnesio (Mg) (*)	cmol (+)/Kg	-	28,5	-	-	-	-	-
Potasio (K) (*)	cmol (+)/Kg	-	9,4	-	-	-	-	-
Fosforo (P) (*)	cmol (+)/Kg	-	9,5	-	-	-	-	-

INFORME DE ENSAYO
LABSAF EL CHIRA
N° 100015-25NA / AB / ECH

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad Electrica	NTP 214.049:2023 2023 CALIDAD DE AGUA. Conductividad electrolítica en agua. Metodo de ensayo
Conductividad Electrica	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Carbono Total / Carbono Orgánico / Materia Orgánica	ISO 10694:1995, First Edition 1995 Soil Quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)
Nitrógeno Total	ISO 13878:1998, First Edition 1998 Soil Quality - Determination of total nitrogen by dry combustion (elemental analysis)
Calcio (Ca)	EPA Method 3050B. Revision 2. 1996// EPA 6010 D. Revision 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.
Magnesio (Mg)	EPA Method 3050B. Revision 2. 1996// EPA 6010 D. Revision 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.
Potasio (K)	EPA Method 3050B. Revision 2. 1996// EPA 6010 D. Revision 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.
Fosforo (P)	EPA Method 3050B. Revision 2. 1996// EPA 6010 D. Revision 5. 2018. Validado (aplicado fuera del alcance) 2023 Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils // Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry.

IV. CONSIDERACIONES

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

(*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.
(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Quím. Rubi Analia Maguiña Perfecto - Responsable de Laboratorio del LABSAF - EL CHIRA

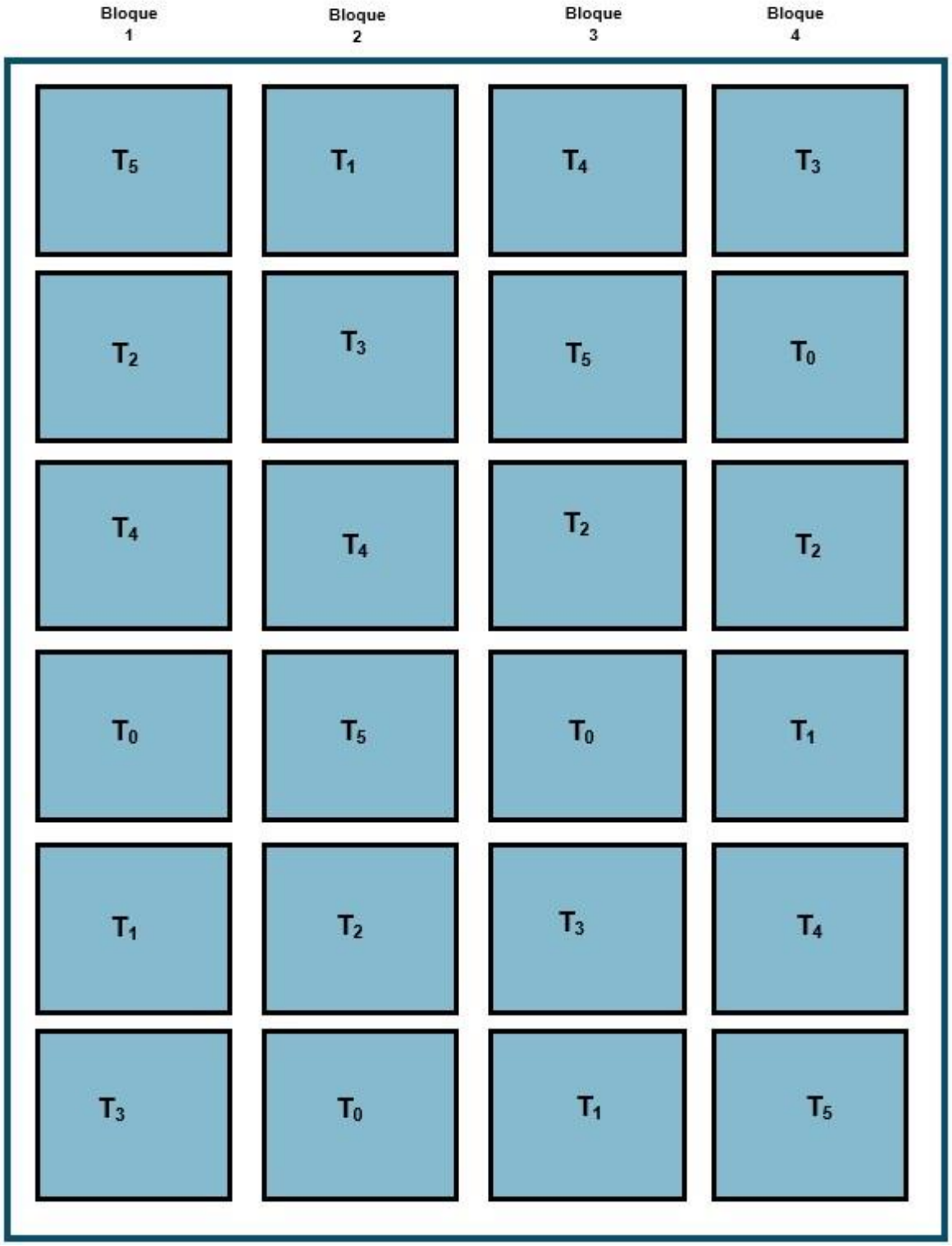
Firmado digitalmente por: MAGUIÑA PERFECTO Rubi Analia FAU 20131051351 hard
Motivo: Por encargo
Fecha: 07/11/2025 16:58:09 -05:00

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO

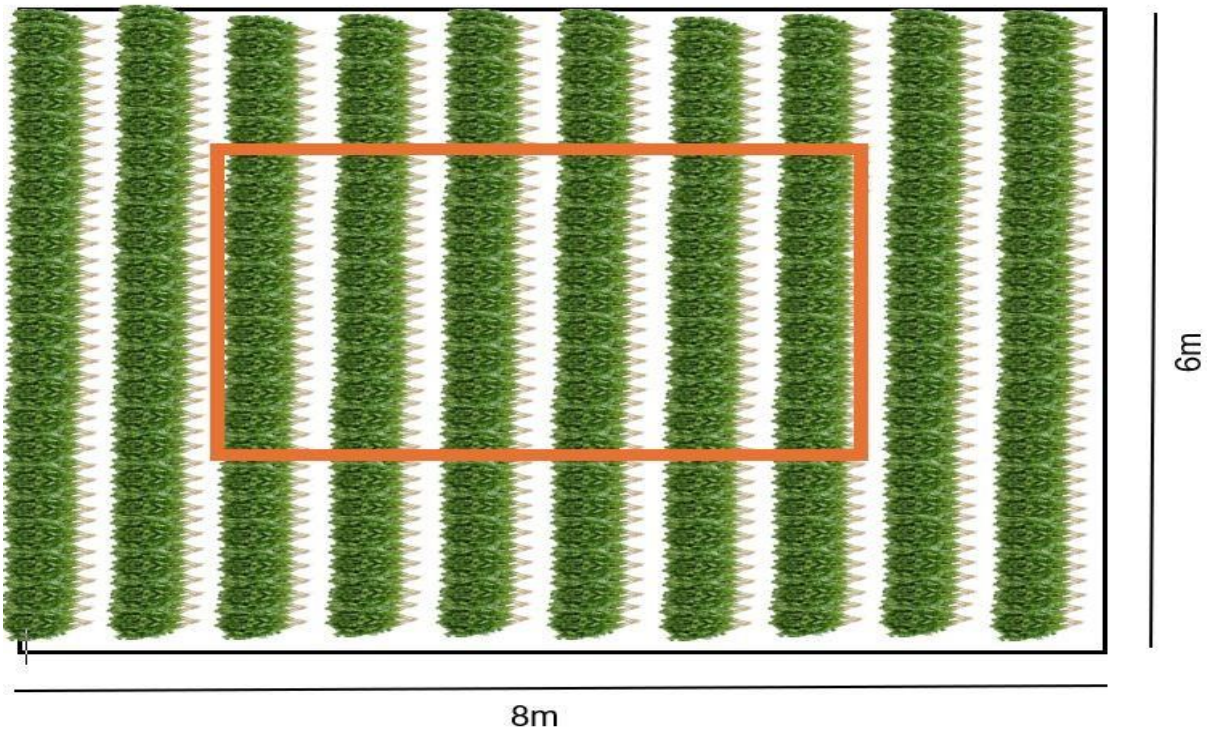
Anexo 12.

***Croquis de distribución de los tratamientos*.**



Anexo 13.

***Esquema detallado de las Parcela neta*.**



Anexo 14.

***Vista general del área experimental*.**



Anexo 15.

Medición del Area.



Anexo 16.

Preparación de terreno.



Anexo 17.

Aplicación del Humus de lupuna.



Anexo 18.

Evaluaciones



Anexo 19.

Supervisión del trabajo de investigación





Anexo 20.

Matriz de consistencia.

Efecto de diferentes fuentes y niveles de sustratos orgánicos en el crecimiento y calidad de plantones de Copoazú (*Theobroma grandiflorum W.*) en etapa de vivero

Autor: Ángel Miguel Saboya

PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
Problema general. ¿De qué manera afectan diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) al crecimiento y rendimiento productivo de pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en suelos de Pucallpa? **Problemas específicos.** ¿Cómo varía la altura promedio de la maralfalfa al aplicar dosis de humus de Lupuna en suelos de Pucallpa? ¿Cuál es el efecto de las dosis de humus de Lupuna sobre la producción de biomasa fresca de la maralfalfa? ¿En qué medida las dosis de humus de Lupuna influyen en la producción de biomasa seca de la maralfalfa?	**Objetivo general** Determinar el efecto de diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) sobre el crecimiento y rendimiento productivo del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en suelos de Pucallpa. **Objetivos específicos.** Cuantificar cómo varía la altura promedio de la maralfalfa al aplicar cada dosis de humus de Lupuna. Evaluar la producción de biomasa fresca de maralfalfa bajo las distintas dosis de humus de Lupuna. Medir la producción de biomasa seca de maralfalfa en función de las dosis aplicadas.	**Hipótesis general** La aplicación de diferentes dosis de humus de Lupuna (*Ceiba pentandra*) al suelo de Pucallpa incrementa significativamente el rendimiento (altura, biomasa fresca y biomasa seca) del pasto de corte maralfalfa (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en comparación con un testigo sin enmienda. **Hipótesis Específicas** La aplicación de humus de Lupuna a razón de X_1 t/ha incrementa significativamente la altura promedio de la maralfalfa en comparación con el testigo sin enmienda. La aplicación de humus de Lupuna a razón de X_2 t/ha aumenta significativamente la producción de biomasa fresca de la maralfalfa frente al testigo. La aplicación de humus de	**Independientes** **Tratamientos con las diferentes dosis de Humus de Lupuna** • **T_0 =** Sin humus de lupuna • **T_1 =** 1 kg de humus de lupuna por m^2 • **T_2 =** 2 kg de humus de lupuna por m^2 • **T_3 =** 3 kg de humus de lupuna por m^2 • **T_4 =** 4 kg de humus de lupuna por m^2 • **T_5 =** 5 kg de humus de lupuna por m^2 **Dependientes** **Crecimiento** Longitud de la parte aérea en cm **Rendimiento productivo del Pasto (peso de la parte aérea)** • Peso fresco Kilogramo/m^2 • Peso fresco Kilogramos/ha • Peso seco/kilogramos/m^2 • Peso seco/Kilogramos/ha	Diseño estadístico: En este trabajo de investigación será conducido con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 6 tratamientos y 4 repeticiones, cuya combinación hace un total de 24 unidades experimentales (UE). Cada unidad experimental tendrá 10 surcos, de las cuales se evaluará solo 6 surcos de 2 metros de longitud netos y el resto está considerado como surcos de borde. Los datos serán analizados, mediante la prueba de promedios de Duncan (α =0.05). Población La población estará conformada por un total de 60 surcos de Maralfalfa, en un área de 1257 m^2 establecidos a través del método de siembra por esqueje continuo en cada surco separado por 0.8 m entre surcos, la longitud de cada surco (es el ancho de la parcela) es de 6 m y el largo es de 8,8 m. . **Muestra** La muestra se desarrollará con 6 surcos de culantro, de 2 m de longitud cada uno, cantidad que se considera adecuada para obtener resultados confiables en cada unidad experimental, lo que da un total de 144