

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

CENTRO DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN AGROPECUARIA

PERFIL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tema: “Evaluación de un programa de fertilización con una fuente de ácidos carboxílicos sobre la productividad de una pastura”

Trabajo de titulación previa a la obtener el
Título de Magister en Agropecuaria

Autor (a): Ing. Almeida Cuastumal José Luis

Tutor: PhD. Balarezo Urresta Luis Rodrigo

Tulcán, 2024

CERTIFICADO DEL TUTOR

Justifico que el maestrante Almeida Cuastumal José Luis con el número de cédula 040147806-0 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de un programa de fertilización con una fuente de ácidos carboxílicos sobre la productividad de una pastura”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuestas al reglamento de la unidad de titulación de posgrado con RESOLUCIÓN N.º 150-CSUP- 2020, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva



firmado electrónicamente por:
LUIS RODRIGO
BALAREZO URRESTA

f.....

PhD. Balarezo Urresta Luis Rodrigo

TUTOR

Tulcán, mayo de 2024

AUTORIA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de magister en agropecuaria.

Yo, Almeida Cuastumal José Luis con cédula de identidad 040147806-0 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal, los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Firmado electrónicamente por:
JOSE LUIS ALMEIDA
CUASTUMAL

f.....

Ing. Almeida Cuastumal José Luis

AUTOR

Tulcán, mayo del 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE TRABAJO DE TITULACION

Yo, Almeida Cuastumal José Luis declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de titulación: “Evaluación de un programa de fertilización con una fuente de ácidos carboxílicos sobre la productividad de una pastura” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos y acciones legales.



Firmado electrónicamente por:
JOSE LUIS ALMEIDA
CUASTUMAL

f.....

Ing. Almeida Cuastumal José Luis

AUTOR

Tulcán, mayo del 2024

AGRADECIMIENTO

Infinitamente agradecido con Dios por otorgarme una familia que siempre viene creyendo en mis capacidades sus claros ejemplos de superación, humildad y sacrificio, fundaron en mí personalidad el amor al trabajo a dedicar esfuerzo por ser mejor día con día. A todos ellos les dedico el presente trabajo por su apoyo incondicional, todos mis logros son porque siempre me brindaron la motivación necesaria para ir y conseguir lo que me he propuesto alcanzar. Un sentido agradecimiento a todos ustedes.

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y a mí familia que constituyen la fuerza y razón que me impulsa a seguir adelante hasta alcanzar cada objetivo trazado.

ÍNDICE

I. PROBLEMA	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Delimitación	16
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos y preguntas de investigación.....	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.2. Marco teórico	24
2.2.1. Importancia de los pastos en la ganadería	24
2.2.2. Producción de pastos en el Ecuador	24
2.2.3. Forrajes biodiversos cultivados	25
2.2.4. Limitantes a la producción forrajera.....	26
2.2.5. Manejo tecnificado de los forrajes.....	26
2.2.5.1. Tiempo de establecimiento.....	26
2.2.5.2. Edad del rebrote.....	27
2.2.5.3. Crecimiento de raíces	27
2.2.5.4. Altura.....	28
2.2.5.5. Macollamiento	28
2.2.5.6. Tasa de aparición de hojas.....	29
2.2.5.7. Tasa de crecimiento foliar	29
2.2.5.8. Vida media foliar	29

2.2.5.9. Área foliar.....	30
2.2.5.10. Competencia entre especies.....	30
2.2.5.10.1. Colonización de arvenses	31
2.2.5.11. Crecimiento reproductivo	31
2.2.5.12. Producción de biomasa.....	31
2.2.5.13. Tiempo a la cosecha	32
2.2.5.14. Eficiencia nutritiva del pasto	33
2.2.6. Perdidas en la productividad.....	33
2.2.7. Criterios de evaluación de pasturas degradadas	33
2.2.8. Parámetros agronómicos en cultivos forrajeros medidos bajo metodologías de fertilizantes	34
2.2.8.1. Recuperación de praderas.....	35
2.2.8.2. Renovación de praderas.....	35
2.2.9. Fertilización de pastos	35
2.2.9.1. Fertilización edáfica	36
2.2.9.1.1. Encalado	36
2.2.9.2. Fertilización foliar	37
2.2.9.3. Fertilización orgánica	38
2.2.9.4. Ácidos orgánicos en la producción agrícola.....	38
2.2.9.4.1. Ácidos húmicos y fúlvicos	38
2.2.9.4.2. Ácidos carboxílicos en la agricultura	39
2.2.9.4.2.1. Ácidos carboxílicos más empleado en la agricultura	40
2.2.9.4.3. Aplicación de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular de forma radicular.	40
2.2.9.4.4. Aplicación de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular de forma foliar.	40
2.2.9.5. Fertilización órgano-mineral	41
III. METODOLOGÍA.....	42
3.1. Enfoque Metodológico	42

3.1.1. Enfoque.....	42
3.1.2. Tipo de Investigación	42
3.1.3. Investigación Bibliográfica	42
3.2. Hipótesis o idea a defender	43
3.3. Definición y operacionalización de variables	43
3.4. Métodos a utilizar.....	44
3.4.1. Localización del experimento.....	44
3.4.2. Tratamientos	44
3.4.3. Características del diseño experimental	44
3.4.4. Esquema del análisis estadístico.....	45
3.4.5. Distribución de las unidades experimentales	46
3.4.6. Selección de unidad experimental neta	46
3.4.7. Variables a evaluarse	47
3.4.7.1. Área de cobertura foliar	47
3.4.7.2. Profundidad de raíz.....	47
3.4.7.3. Número de macollos	47
3.4.7.4. Longitud de hoja.....	48
3.4.7.5. Tasa de aparición de las hojas	48
3.4.7.6. Altura final de la mezcla forrajera	48
3.4.7.7. Producción de biomasa.....	48
3.5 Resultados.....	49
3.5.1. Amplitud de cobertura de la planta trébol.	49
3.5.2. Amplitud de cobertura de la planta de llantén.....	50
3.5.3. Amplitud de cobertura de la planta de ray-grass	50
3.5.4. Profundidad de la raíz de la planta de llantén.....	51
3.5.5. Profundidad de la raíz de la planta de trébol	52
3.5.6. Profundidad de la raíz de la planta de Ray-grass.....	53

3.5.7. Número de macollos de la planta de llantén.....	54
3.5.8. Número de macollos de la planta de Ray- Grass.....	55
3.5.9. Longitud de la hoja número 1 del Ray-Grass	56
3.5.10. Longitud de las hojas del llantén	58
3.5.11. Tiempo de aparición de una hoja nueva Ray- Grass	59
3.5.11. Altura de la mezcla forrajera	60
3.5.12. Producción de biomasa en Kg de la mezcla forrajera	61
3.5.13. Costo de producción por kg de materia verde cosechada.....	62
3.6. Discusión	63
3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
3.6.1. CONCLUSIONES.....	66
3.6.2. RECOMENDACIONES	67
3.7 Cronograma de actividades	68
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
V. ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de las unidades experimentales	46
Figura 2. Unidad experimental neta.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de suelos cultivado con pastos en Ecuador.....	24
Tabla 2. Cuadro de operacionalización de variables.....	43
Tabla 3. Formulación de los tratamientos.....	44
Tabla 4. Cuadro del diseño experimental	45
Tabla 5. Esquema del análisis estadístico.....	45
Tabla 6. Análisis de varianza para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de trébol	49
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de trébol	49
Tabla 8. Análisis de varianza para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de llantén.....	50
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 % para la amplitud (cm) de cobertura del llantén.....	50
Tabla 10. Amplitud de cobertura (cm) de la planta de ray-grass	51
Tabla 11. Amplitud de cobertura (cm) de la planta de Ray grass.....	51
Tabla 12. Análisis de varianza para la profundidad (cm) de la raíz de la planta de llantén.....	52
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para la profundidad (cm) de la raíz en el llantén .	52
Tabla 14. Profundidad (cm) de raíz de las plantas de trébol	53
Tabla 15. Profundidad (cm) de la raíz de la planta de trébol	53
Tabla 16. Análisis de varianza para la profundidad (cm) raíz del Ray-Grass	54
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % para la profundidad (cm) de la raíz del Ray grass	54
Tabla 18. Número de macollos de la planta de llantén.....	55
Tabla 19. Número de macollos de la planta de llantén.....	55
Tabla 20. Número de macollos de la planta de Ray-Grass	56
Tabla 21. Número de macollos de la planta de Ray-Grass	56
Tabla 22. Longitud (cm) de la hoja 1 en la planta de Ray-Grass.....	57

Tabla 23. Longitud (cm) de la hoja 1 de la planta de Ray-Grass.....	57
Tabla 24. Longitud (cm) de la hoja 2 en la planta de Ray-Grass.....	58
Tabla 25. Longitud (cm) de la hoja 2 en la planta de Ray-Grass.....	58
Tabla 26. Longitud (cm) de las hojas de la planta de llantén.....	59
Tabla 27. Longitud (cm) de las hojas de la planta de llantén.....	59
Tabla 28. Tiempo (días) de aparición de una hoja nueva en la planta de ray-grass .	60
Tabla 29. Tiempo (días) de aparición de una hoja nueva en la planta de ray-grass .	60
Tabla 30. Análisis de varianza de la altura (cm) de la mezcla forrajera.....	61
Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% de la altura de la mezcla forrajera	61
Tabla 32. Análisis de varianza de la producción (kg) de biomasa de la mezcla forrajera.....	62
Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% de la producción (kg) de biomasa de la mezcla forrajera.....	62

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el nivel de respuesta de una fuente de ácidos carboxílicos sobre los parámetros productivos de una pastura ya establecida en composición botánica de ray-grass, llantén y trébol, el cantón Tulcán provincia del Carchi se implantó un ensayo bajo un diseño de bloques completos al azar, en donde se evaluó 9 tratamientos de fertilización de pasturas de manera convencional más la adición de una dosis de la fuente de ácidos carboxílicos en donde: T1 (encalado); T2 (encalado + ácido carboxílico al 1 %); T3 (encalado + ácido carboxílico al 1,5 %); T4 (encalado + ácido carboxílico 0,5 %); T5 (fertilización); T6 (fertilización + ácidos carboxílicos al 1 %); T7 (fertilización + ácidos carboxílicos al 1,5 %); T8 (fertilización + ácidos carboxílicos al 0,5 %) y el T9 (testigo), se realizaron 4 repeticiones por tratamiento dando un total de 36 unidades experimentales. Los tratamientos a cada unidad experimental se realizaron 15 días después de la defoliación de la pastura, durante el tiempo de recuperación de las plantas se procede a medir las variables en estudio, composición botánica, amplitud de cobertura, profundidad de la raíz, número de macollos, longitud de hoja, tiempo de aparición de una hoja nueva, altura de la mezcla forrajera, producción de biomasa al tiempo de cosecha.

Con los datos obtenidos se realizó una prueba de análisis de varianza ANOVA y Tukey al 5 % con el fin de analizar los resultados, pudiendo deducir que dentro de las variables: amplitud de cobertura, profundidad de raíz, altura y producción de biomasa de la mezcla forrajera se encuentran diferencias significativas entre tratamientos, para las variables: número de macollos, longitud de hoja y el tiempo de aparición de una nueva hoja no son significativamente diferentes pero si se encuentra un valor numérico sobresaliente entre los tratamientos demostrando que la fertilización convencional más la adición de ácidos carboxílicos mostraron en campo la función como agentes complejantes al unirse a otras sustancias presentes en el suelo haciéndolas mucho más asimilables para las plantas. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 (Encalado + carboxílico 1,5 %), obtuvo mayor rendimiento y menor costo con una producción de 36,300 kg mv ha⁻¹ a 0,13 centavos de dólar.

Palabras Clave: Mezcla forrajera, Fertilización, Ácidos carboxílicos

ABSTRACT

To evaluate the response level of a source of carboxylic acids on the productive parameters of an already established pasture with a botanical composition of ryegrass, plantain and clover, a trial was implemented under a randomized complete block design in the Tulcán canton of the Carchi province. Eight pasture fertilization treatments were evaluated in a conventional way plus the addition of a dose of the carboxylic acid source where: T1 (liming); T2 (liming + carboxylic acid at 1%); T3 (liming + carboxylic acid at 1.5%); T4 (liming + carboxylic acid 0.5%); T5 (fertilization); T6 (fertilization + carboxylic acids at 1%); T7 (fertilization + carboxylic acids at 1.5%); T8 (fertilization + carboxylic acids at 0.5%) and T9 (control), with 4 replications per treatment, giving a total of 36 experimental units. The treatments to each experimental unit were conducted for 15 days after defoliation of the pasture. During the recovery time of the pasture, the variables under study are measured: botanical composition, coverage amplitude, root depth, number of tillers, leaf length, time of appearance of a new leaf, height of the forage mixture, biomass production at harvest time. Regards the obtained data, an ANOVA and Tukey analysis of variance test at 5% was performed to analyze the results. It was possible to deduce that within the variables: coverage amplitude, root depth, height and biomass production of the forage mixture, there are significant differences between treatments. For the variables: number of tillers, leaf length and the time of appearance of a new leaf are not significantly different but there is an outstanding numerical value among the treatments, demonstrating that conventional fertilization plus the addition of carboxylic acids showed in the field the function as complexing agents when binding to other substances present in the soil, making them much more assimilable for plants. The results showed that treatment T3 (Liming + carboxylic 1.5%), obtained the highest yield and lower cost with a production of 36,300 kg mv ha⁻¹ at 0.13 cents.

Keywords: Forage mixture, Fertilization, Carboxylic acids

I. PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Para la fertilización de cultivos y praderas no existen recetas, cada explotación puede tener diferentes potenciales productivos y calidades de suelos y por consiguiente la fertilización tiene que convertirse y ajustarse como un traje a la medida para cada condición en particular. La fertilización más eficiente es la que se hace de acuerdo a un plan, acorde a las necesidades y recursos del predio. (Consortio Lechero de Chile , 2022).

La producción de pastos en una perspectiva de eficiencia agronómica es un desafío que promete la preparación y generación de conocimientos y estudios para enfrentar las condiciones cambiantes que someten a una pradera a un estrés productivo, el uso de cultivos suplementarios y el empleo de fertilizaciones estratégicas que puedan corregir el estrés hídrico, hace que sea más interesante la aplicación de fertirriego que no es más que la aplicación de fertilizantes a través del agua (Wulf, 2021).

La importancia del manejo y control de pastos radica en que mejora la salud y la sostenibilidad del ecosistema. Al mismo tiempo, un sistema mal organizado provoca una invasión de malas hierbas, retrasa la recuperación del pasto forrajero y reduce la calidad. La renovación de los pastos puede resolver estos problemas temporalmente, pero para un desarrollo a largo plazo de la explotación, es mucho más eficaz optimizar las prácticas de manejo de pasto en el campo. Los pastizales bien gestionados son la clave para mantener la productividad ganadera a largo plazo (Cherlinka, 2022).

En la información recopilada del IFA (2018), menciona que el iniciar y crear programas de producción de forrajes mediante la aplicación de fertilizantes en praderas, es empezar por gestionar el suministro de elementos esenciales, aumentar la fertilidad del suelo, satisfacer la demanda nutricional y compensar los nutrientes tomados por los productos cosechados o perdidos por fugas inevitables al medio ambiente, con el fin de mantener buenas condiciones del suelo.

En las publicaciones sobre nutrición de cultivos no se menciona la importancia que desempeñan las sustancias húmicas en la fertilidad de los suelos y la productividad de los cultivos, realizar una agricultura mediante el uso de productos húmicos ricos en ácidos orgánicos con altos contenidos de carbono permitirá mantener el balance energético del suelo, entonces si un suelo se encuentra deficiente en carbono, su rendimiento será deficiente aunque se apliquen cantidades cada vez mayores de fertilizantes. (Abi-Ghanem Rita y Cooper Larry. 2017).

1.2. Formulación del problema

- ¿Qué efectos ejerce la fertilización convencional con la adición de concentraciones de ácidos carboxílicos dentro de los parámetros productivos de una pastura?

1.2.1. Delimitación

Campo: Agropecuario

Área: Agronómica

Espacial: Provincia del Carchi

Temporal: 3 meses

Unidad de observación: Ensayo de observación

1.3. Justificación

La sustentabilidad para el sector agropecuario se basa en la convicción de que este sector agroalimentario debe proyectarse en el futuro de una manera sustentable, no es solo una manera de pensar si no la de fomentar la adopción de tecnologías, buenas prácticas de producción que contribuyan a mejorar la productividad, rentabilidad y competitividad de los sectores agrícolas y ganaderos. Realizar un esfuerzo sostenido del mejoramiento en distintos parámetros de la producción bovina, se verá reflejado al hablar de salud pública ofertando productos de alta densidad nutricional asequible para todos y muy versátil en términos de preparaciones y oportunidades de consumo masivo (Consortio Lechero de Chile , 2021).

En primera instancia la proyección debe ser la de producir pastos con las tecnologías presentes en el mercado, herramienta que hay que considerar siempre y cuando se haya superado desafíos productivos como el manejo de variedades altamente productivas, composición del suelo y la fertilidad. Los sistemas productivos de leche, carne y sistemas de producción mixta emplean tecnología para hacer de su producción un sistema eficiente y por su precio no dejan espacio para equivocarse y su beneficio está en otorgar cantidad y calidad de forraje. Y si es caro o no fertilizar praderas abre un amplio espacio para reflexionar y dependerá de la oportunidad de producir más kilos de carne o leche por hectárea (Viedma, 2021).

Los cultivos forrajeros además de constituir un suplemento de calidad en la dieta de los animales, reduce el consumo de concentrados, también son muy usados en áreas de mejoramiento de suelos y habilitación de terrenos para hacer agricultura, todas las alternativas de cultivos de forrajes poseen altos requerimientos nutricionales para expresar su potencial de producción, esto determina el uso elevado de niveles de fertilización, cuyo efecto residual es utilizado por el siguiente ciclo de cultivo. El conocimiento técnico busca distintas opciones de fertilización disponibles que involucren los principales ámbitos en la producción como son: suelo, cantidades de nutrientes disponibles, planta y su interacción entre sí (Filippi y García, 2021).

El uso de bioestimulantes formulados a base de compuestos químicos orgánicos como son los ácidos carboxílicos provenientes del humus obtenidos de la última fase de descomposición de la materia orgánica poseen características sobresalientes en la productividad de un cultivo, se caracterizan por tener una alta conductividad, son agentes complejantes, que tienen la función de unirse a otras sustancias presentes en el suelo formando un complejo mucho más soluble produciendo que el porcentaje de nutrientes asimilado por las plantas sea mayor (Abascal, 2018).

Los ácidos húmicos son una propuesta natural y orgánica de proporcionarle al suelo y plantas una dosis concentrada de nutrientes, vitaminas y oligoelementos. Hacen el suelo fértil favoreciendo la actividad microbiana. Son útiles en los diferentes tipos de suelo, logran mayor crecimiento de las raíces, lo que facilita la absorción de

nutrientes, favorecen el desarrollo vegetativo y los procesos fisiológicos contribuyendo al rendimiento del cultivo (Calvo, 2019).

1.4. Objetivos y preguntas de investigación

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el uso de ácidos carboxílicos sobre las características agronómicas de producción de una pastura.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Formular las dosis de los fertilizantes y los tiempos de aplicación mediante la inclusión y calibración de concentraciones de ácidos carboxílicos en la productividad de una pastura.
- Valorar el efecto del uso de los ácidos carboxílicos en el crecimiento de las plantas.
- Medir y evaluar las características agronómicas de la pastura hasta el tiempo de cosecha.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Los productos a base de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular pueden actuar como un soporte energético para la recuperación de la pastura dentro de los 21 días establecidos para su cosecha?
- ¿Se lograría mayor producción y rentabilidad empleando ácidos carboxílicos de bajo peso molecular en la producción de pastos y forrajes?
- ¿Con el empleo de ácidos húmicos en formulación de ácidos carboxílicos se logra inducir la resistencia de las plantas a plagas presentes en nuestro medio mejorando la sanidad del cultivo?
- ¿Aplicando ácidos carboxílicos se logra estimular el desarrollo de la micro fauna del suelo produciendo un equilibrio biológico en la zona de las raíces?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Sánchez (2023) en la investigación; Efecto de la aplicación de abono orgánico en la producción y calidad nutricional del forraje del potrero la quebrada de la quinta experimental Punzara-UNL; Universidad Nacional de Loja. Se aplicó un estudio cuasi experimental de unidades pareadas. La unidad experimental, estuvo compuesta de 3 parcelas, distribuidas en 5571.60 m², cada parcela consto de 1.857,2 m², medidas tomadas como la unidad referencial para la aplicación de abono orgánico y su efecto en la biomasa forrajera. Se evidenció un incremento en macroelementos como el nitrógeno, bromatológicamente se incrementó la materia orgánica, con un valor significativo, para la medición de las variables altura de la planta, oscilo su valor entre 2 a 4 cm de crecimiento por planta; la composición botánica de los forrajes más prevalentes fueron el (*Pennisetum clandestinum*) Kikuyo con (57,3%), el (*Trifolium repens*) Trébol Blanco (19,22%), (*Trifolium pratense*), Trébol Rojo (19.22%); la biomasa forrajera fue significativa, El número de hojas se evidencia una mejoría en especies como Trébol Rojo y Falso Llantén.

Vargas (2011) señala que las coberturas basales de las plantas de Rye grass perenne, no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), por el efecto de la aplicación de diferentes dosis de enmiendas Húmicas, aunque numéricamente se determinó que la cobertura basal es mayor a medida que se incrementa los niveles de la enmienda húmica, ya que de una cobertura basal del 57.10 % que presentaron las plantas del grupo control, se elevó a 65.93 % cuando se aplicó 750 ml/ha de Enmiendas Húmicas, alcanzando valores de 71.35 y 72.02 % con el uso de 1000 y 1250 ml/ha, en su orden.

Campos (2010) las medidas de la cobertura basal de pasto *Brachiaria brizantha*, no presentan diferencias estadísticas por efecto de la acción de los diferentes abonos orgánicos, aunque numéricamente la aplicación de estos mejoran la cobertura basal, por cuanto las plantas del grupo testigo registraron una cobertura basal del 67,69%, en cambio con la aplicación de humus, bokashi, vermicompost y casting presentaron

coberturas de 67,78, 71,11, 72,72 y 76,33%, respectivamente, notándose por tanto que los abonos orgánicos proporcionan una serie de ventajas en los cultivos.

Ramos (2022) en la investigación titulada; Evaluación de la fertilización foliar orgánica de mantenimiento en la mezcla forrajera en la estación experimental Tunshi, Al evaluar el porcentaje de cobertura aérea se reportó diferencias significativas por efecto de la aplicación de diferentes fertilizantes foliares en la mezcla forrajera, en donde el Humus Líquido (T1) mostro una cobertura con 82.00 %, Té de estiércol (T2) con 61.00 %, Biol (T3) con 54.00 % y el testigo (T0) con 70.00 %, logrando la mayor cobertura aérea en las plantas que se aplicaron humus líquido (T1) con 82.00 %, y la menor cobertura aérea fue utilizando Biol con 54.00%.

Colcha (2018) en la utilización de un fertilizantes orgánico-mineral (pasto leche) en la producción de una mezcla forrajera de la parroquia llapo al realizar las mediciones para altura de plantas a los 30 de la mezcla forrajera de pasto azul (*Dactylis glomerata*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*) reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre las medias de los tratamientos, por la aplicación de diferentes dosis del fertilizante orgánico-mineral, se reporta la mayor altura al aplicar T2 (500 kg/ha) con 44,05 cm, y las menores alturas se originó con los tratamiento T0 (0 kg/ha) con 38,84 cm y T1 (400 kg/ha) con 41,88cm.

Mena (2013) al evaluar la combinación de la fertilización química y orgánica en la producción de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sector Salache cantón Latacunga, para la variable longitud de raíz encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos según prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), demostrando claramente que la fertilización con (orgánico) alcanza una profundidad de raíz superior en el pasto kikuyo con un promedio de 6,10 cm., seguido de la fertilización del (químico + orgánico) con un promedio de 5,75 cm y la fertilización con (químico) con un promedio de 5,73 cm y por último la sin fertilización con un promedio de 4,75 cm.

INIAP (1980) caracteriza agronomicamente a la variedad de ray grass Pichincha como una especie forrajera de ciclo vegetativo comprendido entre los dos años, con intervalo de cosecha de 35 a 60 días si se usa como forraje. La altura de la planta

oscila de 120 a 150 centímetros, teniendo una alta relación entre hojas-tallo, cuya capacidad de macollamiento y rebrote son excelentes. Las hojas son lanceoladas, de color verde brillante por el envés y opacas por el haz, de 35 a 40 centímetros de largo por 1 a 1.5 cm de ancho. En otra investigación desarrollada por (Dimaté, 2016) en la caracterización agronómica y nutricional de cultivares de ray grass (*Lolium perenne*) en el Noreste de Bogotá encontró que para el tratamiento ray grass cv Ohau presentó el mayor valor para largo de la hoja con 26.05 cm la cual presenta diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos. Si bien el tratamiento que menor largo de la hoja presentó fue ray grass cv extreme con 24.78 cm éste solo presentó diferencias significativas con ray grass cv ohau.

Méndez (2014) en la evaluación de la producción primaria de una mezcla forrajera con la aplicación de diferentes niveles de humus y una base estándar de nitrógeno, para la variable producción de forraje verde Tn/ha/corte, presentó diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$), por efecto de la utilización de los niveles de humus más una base estándar de nitrógeno, siendo el mejor tratamiento el de 10 Tn/ha, con 23,83 Tn/ha/corte, seguido por el tratamiento de 8 Tn/ha con un valor de 18,37 Tn/ha/corte y las menores producciones se obtuvieron con 12Tn/ha/corte, el tratamiento control y 6 Tn/ha/corte con 17,35; 14,65; 14,09 Tn/ha/corte, sin presentar significancia entre los tratamientos mencionados. Es decir que la mejor producción de forraje verde se obtiene aplicando 10 Tn/ha.

Sepa (2012) en la evaluación de bioestimulante de base orgánica en la rehabilitación de una pradera para la variable producción de forraje verde presento diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$), registrando la mejor producción al utilizar 1250 cc/green fast, con 20,63 tn/ha, seguido por los tratamientos, testigo, 750, y 1500 cc/green fast con 16,70, 16,43 y 16,28 Tn, finalmente la menor producción de forraje verde que corresponde a la utilización del tratamiento de 1000 cc/green fast con 15,50Tn.

Guamán (2020) al realizar la valuación productiva de *Dactylis glomerata* (pasto azul) mediante la utilización de tres fuentes orgánicas en un sistema silvopastoril, para la variable altura de la planta medida a los 45 días registró diferencias significativas

($P < 0.05$), por efecto de la fertilización con tres diferentes fuentes orgánicas, estableciéndose una mayor respuesta al trabajar con humus (T2) donde se registró valores de 35.71 cm, en comparación con el tratamiento testigo (T0) con un valor de 27.87 cm siendo la más baja. Así mismo al evaluar la cobertura aérea a los 45 días reportó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efector de la aplicación de diferentes fuentes orgánicas, donde se alcanzó la mejor cobertura aérea con un valor de 85.17 % al aplicar humus (T2), este valor fue superior al tratamiento de Fertiplus (T1) el cual registro un valor de 79.01%, seguido del tratamiento testigo (T0) que obtuvo un porcentaje de 72.75 %, mientras que la menor cobertura aérea fue registrada al utilizar Gallinaza (T3) con 70.68%.

Manrique (2018) en la investigación sobre el número de hojas verdes por macollo como criterio para determinar el momento óptimo de cosecha en pasturas de *Brachiaria decumbens* del piedemonte Araucano. Concluye, que la estructura de las pasturas está definida por la morfogénesis y ésta es la dinámica de generación y expansión de las plantas en el espacio. Es un conjunto de características genéticas propias de cada planta, que son influenciadas principalmente por factores ambientales y de manejo. Sus características básicas son la aparición de hojas, la elongación de hojas y el tiempo de vida de una hoja. Estas características a su vez definen la estructura de las plantas forrajeras. La tasa de aparición foliar es la principal característica pues ésta influye en las características estructurales principalmente en el tamaño y la densidad poblacional de los macollos, que da lugar a la formación de yemas axilares responsables del surgimiento de nuevos fitómeros (conjunto de nudos, entrenudos y yema axilar). El macollamiento es un mecanismo de supervivencia que utilizan las gramíneas y está relacionado con la tasa de aparición foliar el número de macollos varía entre especies es el factor genético quien controla la tasa de producción de los mismos. Puede verse afectado por varios factores como balance hormonal, estado de desarrollo de la planta, intensidad lumínica, disponibilidad de nutrientes, agua, estacionalidad, temperatura y manejo de la defoliación. (Valle y Almendarez, 2020) observan en los resultados obtenidos en su programa de fertilización dentro de la variable número de tallos por macollo diferencias estadística. Los valores mayores se obtuvieron a los 32 ddcu con el tratamiento combinado (sintético más efluente biol) con promedio de 100.8 tallos por macollo, seguido por el tratamiento sintético con 94.1 tallos por macollo de promedio

y para el peso de los macollos en el período invierno-primavera, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

Aquino (2019) en su investigación al medir la variable número de macollos por planta muestra que no existe diferencias estadísticas entre bloques, por lo tanto el área de investigación presentó condiciones homogéneas para esta variable; por otra parte se pudo observar que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos, T3 (estiércol de llama) con 36,03 macollos/planta con respecto al testigo que solo alcanza una media de 26 macollos por planta, con una diferencia de 10,3 macollos/planta. Es decir que el efecto de los abonos orgánicos (estiércol de llama, té de estiércol de llama y biol de bovino) sobre el número de macollos por planta fue positiva.

Herrero y Busqué (2014) definen a la tasa de aparición de hojas en una planta (número de hojas/tallo en la unidad de tiempo) influye decisivamente sobre todas las características estructurales de la planta, pastura en este caso su valor puede suministrar una indicación muy precisa de la densidad de la población de los tallos y conjuntamente con la tasa de elongación y la duración de vida de la hoja, permiten estimar el tamaño y el número de hojas verdes por tallo. (Colabelli et al., 1998) expone la tasa de aparición de hojas es el intervalo entre la aparición de dos hojas sucesivas en un macollo dicho intervalo puede ser expresado en días, sin embargo, debido a la estrecha relación con la temperatura vale decir que, a una temperatura diaria promedio de 10° C, la velocidad de aparición de hojas es de alrededor de 1 cada 11 días en raigrás perenne y 1 cada 23 días en festuca. (Hernández, Salto, y Vulliez, 2017) la tasa de aparición foliar ejerce diferencias significativas al ser sometidas a niveles de fertilización bajo una dosis de 60N tiene mayor impacto en la tasa de aparición foliar es (26%) mayor, aumentando la velocidad en que aparece una hoja con una tendencia cuadrática; sin embargo, no presenta diferencias significativas al aplicar una dosis de 120 N.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Importancia de los pastos en la ganadería

Es importante precisar que los pastos y forrajes son el grupo de plantas que pueden ser temporales o permanentes, pueden ser aprovechadas por los animales en su totalidad o parte de ellas y su composición debe ser comestible, no dañina y poseer un valor nutritivo para los animales, constituyen una de las variables más importantes en la producción animal al constituir la dieta básica más económica en la alimentación de animales, su adecuado manejo contribuye en gran proporción a la protección del suelo manteniendo la humedad y previniendo procesos de erosión. (Cárdenas, 2020).

2.2.2. Producción de pastos en el Ecuador

El territorio ecuatoriano presenta condiciones medioambientales favorables para producir pastos todo el año, ventajas comparativas que nos deberían poner como productores de pasto por excelencia con los costos más bajos. La problemática se presenta a la hora que el productor toma o no la decisión de aplicar tecnología dentro de sus procesos productivos y al mismo tiempo tiene la capacidad de resolver problemas de manera oportuna y eficiente sabiendo que la ganadería pastoril es la más económica (León, Bonificaz, & Guitiérrez, 2018).

La mayor superficie del territorio está destinada para pastizales cultivos, permanentes, transitorios de barbecho y pastos naturales para el año 2018 fue de 5.389, 837 hectáreas, la mayor superficie de suelo cultivable está destinada a la producción de pastos para alimentación animal (INEC, 2018).

Tabla 1. Superficie de suelos cultivado con pastos en Ecuador

Categoría	Superficie/ha
Pastos cultivados	2.300,539
Pastos naturales	800,496
Cultivos permanentes	1.439,117
Cultivos transitorios y de barbecho	849,685
Total	5.389,837

Fuente: INEC (ESPAC, 2018).

2.2.3. Forrajes biodiversos cultivados

Los sistemas agrarios ricos en especies a menudo muestran una mayor productividad que los monocultivos, con menos brotes de plagas y enfermedades, una mejor captura de recursos y una mayor resistencia a las fluctuaciones ambientales y los cambios en el manejo (COFOCYL, 2022).

La calidad del forraje de una explotación puede ser un factor determinante de la cantidad y calidad de la leche producida en la misma. Por ello, las alternativas para sustituir al raigrás como mono cultivo, además de ser especies y variedades apropiadas para la zona, deben ser apetecibles para el ganado de manera que la capacidad de ingestión y la producción no se vean afectadas. No deben repercutir negativamente en los parámetros fisicoquímicos que afectan al pago por calidad y, sería interesante, que pudieran generar un valor añadido al producto en el mercado, como por ejemplo la mejora del perfil lipídico. En este aspecto, vuelven a cobrar importancia las leguminosas, ya que se ha demostrado que estas especies son capaces de transferir su contenido en ácidos grasos poliinsaturados a la grasa de la leche de forma más eficiente que las gramíneas (Kalac y Samkova, 2010).

La calidad del pasto cultivado tiene más influencia por las prácticas agronómicas igual que por la gestión del pastoreo, no obstante mantener un buen nivel de fertilidad e incorporar un programa equilibrado de nutrición vegetal tiene que ser una parte importante de la gestión de praderas. (Yara, 2022).

La calidad de los alimentos depende de varios factores, entre ellos en el caso de los forrajes, su contenido de agua y su estado de madurez. Las pasturas y otros tipos de forrajes muestran gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta hoja, tallo, fundamentalmente.

Las diferencias en calidad se deben además a variaciones en las condiciones ambientales suelo, clima, fertilizaciones, al material genético, al manejo, y en caso de los forrajes conservados al tipo y tiempo de almacenamiento (INTA, 2014).

2.2.4. Limitantes a la producción forrajera

No disponer de una infraestructura adecuada ni de una base alimentaria suficiente para los animales constituye la principal limitante en la productividad de las fincas campesinas, lo que se atribuye, además, a la falta de capacitación.

Las principales limitantes para la producción de alimentos en las fincas son: la posibilidad de acceder a recursos materiales y financieros, capacitación, la disponibilidad de semillas; las cuales permitirían implementar acciones dirigidas al mejoramiento de la infraestructura, la base alimentaria de los animales, y a la transformación de las áreas improductivas; lo que a su vez contribuiría a la mejora de las fincas como unidad económica de producción (Miranda et. al, 2015).

2.2.5. Manejo tecnificado de los forrajes

El objetivo principal del manejo técnico de los forrajes es la optimización de la producción y conservación de los recursos forrajeros enfocados hacia un manejo más sostenible, acorde con las necesidades nutricionales de los sistemas agroganaderos. Técnicas dirigidas hacia el análisis de los rendimientos agronómicos y el estudio de las implicaciones medioambientales de los cultivos forrajeros, evaluando las variedades más adecuadas (Royo, 2021).

Dentro de un mismo manejo agronómico en el cultivo de pastos, pueden existir diferencias en el crecimiento que también se traducen en variaciones adicionales en la composición química de las reservas forrajeras, midiendo la economía de los forrajes, encontramos dos tipos de costos, aquellos que podemos calcular con facilidad como son los costos de implantación, y los costos que varían y son determinados por el rendimiento, la calidad (INIA, 2020).

2.2.5.1. Tiempo de establecimiento

Es la medición del tiempo que lleva un potrero produciendo forraje, el potrero es un área delimitada, colonizada por plantas o pastos, donde el ganado se alimenta y donde se relaciona con el suelo, el clima y todos los animales que ahí se alimentan (Marmolejo, 2016).

Para tener una buena producción de forraje en un tiempo delimitado o medido por especie o variedad es necesario partir de una buena población de plantas bien establecidas. Cuando una siembra de pastos falla, generalmente se atribuye a una mala germinación de la semilla, o al mal tiempo por exceso o déficit de humedad, nutrientes sin mirar que son numerosos los factores que influyen en ella. (Gonzales, 2021).

2.2.5.2. Edad del rebrote

La productividad de los pastos se mide a través de la capacidad del rebrote que influye marcadamente sobre el macollo la persistencia y la capacidad competitiva. Por lo tanto, un objetivo en la utilización de pasturas es mantener una elevada población de macollos por unidad de área. Para lo cual se trata de regular los ritmos de producción y muerte de macollos post defoliación (Marchegiani, 1985)

Uno de los aspectos más importantes de la producción de una planta forrajera es la capacidad de la planta para producir el rebrote y la velocidad con que el mismo ocurre. En gramíneas en estado vegetativo, donde los meristemas de crecimiento permanecen al nivel del suelo y fuera del alcance del pastoreo, el rebrote no es afectado y se produce rápidamente a partir de los centros meristemáticos que no han que no han dejado de formar hojas o nuevos macollos (Bavera, 2001).

2.2.5.3. Crecimiento de raíces

En la fase inicial de la germinación la raíz de las gramíneas es llamada primaria o denominada igualmente como raíz seminal, se desarrolla del embrión de la semilla es de corta duración desaparece para dar lugar a la raíz permanente. El sistema de raíces se caracteriza por tener un número de raíces fibrosas ramificadas y densas que dan un gran soporte a la planta en el suelo que a su vez funciona en la conservación de esta. Es característico que en estas plantas se dé la presencia de estas raíces secundarias, que se forman en los nudos de los tallos rastreros. Según el tipo de especie, las raíces pueden alcanzar una profundidad de 10 cm hasta unos 7 cm (Domingo et. al, 2005).

2.2.5.4. Altura

Cada comunidad herbácea presenta diferentes relaciones entre altura, densidad, producción, estructura vertical y calidad del forraje, por lo que los rangos de alturas óptimas para los distintos tipos de ganado son variables para cada tipo de pastura y momento del año. Se entiende por rangos de altura óptimos, aquellos que permiten una adecuada producción animal y vegetal, en los cuales los animales poseen la oportunidad de lograr elevadas tasas de consumo de forraje y seleccionar las fracciones más nutritivas del mismo, resultando que las restricciones para el consumo en esta situación estén dadas principalmente por factores de tipo nutricionales. En referencia a la pastura, la altura remanente debe promover una buena producción de forraje, mientras que la altura de ingreso a la parcela o potrero no debe ser superior a la altura crítica u óptima, ya que influye en la disminución de la calidad del forraje y eficiencia en la producción de éste (Barbieri et. al, 2015).

2.2.5.5. Macollamiento

Las pasturas son periódicamente defoliadas, por lo general, por los animales en pastoreo, aunque también lo pueden ser por cortes. La capacidad de la planta de recuperar su forma y tamaño después del corte o pastoreo, como cuando reinician el crecimiento después del reposo estacional o, en algunos casos, de su destrucción por el fuego, se denomina rebrote.

El efecto de este crecimiento posterior a la remoción de parte de los tejidos de la planta es de suma importancia en la explotación ganadera. Durante la estación de desarrollo de los pastos, cuando rebrotan mediante la emergencia continuamente de los macollos, creciendo y muriendo a velocidades que dependen esencialmente de las especies, de las condiciones ambientales y del estado de desarrollo. Es por ello que en las plantas perennes se encuentran al mismo tiempo macollos en crecimiento y desarrollo, yemas axilares en actividad y dormidas y macollos cuyos tallos se encuentran elongando hasta la etapa de floración. Es por esto que las plantas forrajeras cumplen un rol principal en la nutrición animal. Es necesario conocer con profundidad los cambios fisiológicos que rigen la producción de biomasa en los ecosistemas, para desarrollar técnicas de manejo que aseguren la productividad y permanencia de las pasturas y los mejores (INTA, 2018).

2.2.5.6. Tasa de aparición de hojas

El crecimiento de las hojas se produce por elongación, es decir crecimiento en longitud, de las hojas existentes y por aparición de nuevas hojas. La longitud que una hoja puede alcanzar está relacionada con la longitud de las vainas de las cuales emerge. En pasturas con defoliaciones intensas que remueven la parte superior de las vainas las hojas serán más cortas que en una con defoliaciones de menor intensidad. Esto implica que, si la longitud máxima de las hojas no cambia, la aparición de nuevas hojas resulta en acumulación de tejidos solo hasta que se alcance el número máximo de hojas. Por ello el crecimiento en pasturas vegetativas está más asociado a variaciones en longitud foliar y número de macollos que al número de hojas (Enrique, 2018).

2.2.5.7. Tasa de crecimiento foliar

En praderas asociadas, los tallos y estolones están continuamente emergiendo, creciendo y muriendo, las tasas que varían en función de las condiciones ambientales y de manejo. En las gramíneas la formación de tallos está relacionada con la tasa de aparición de hojas y el número de hojas determina el potencial de aparición de tallos.

Algunos estudios han demostrado que el rendimiento incrementa al aumentar el número y el crecimiento individual de cada tallo. Otros estudios han informado que en praderas asociadas los componentes que contribuyeron al rendimiento variaron durante un periodo de estudio de dos años. Existen pocos estudios sobre dinámica de tallos y de la tasa de recambio de tejido (crecimiento neto, elongación y senescencia de las hojas) como componentes del rendimiento. Sin embargo, cuantificar dichas variables y su variación genera información importante para diseñar un manejo de praderas que favorezca simultáneamente una alta utilización y persistencia de las especies forrajeras, evitando su deterioro por una excesiva acumulación de tallos y material senescente (Rigoberto et. al, 2013)

2.2.5.8. Vida media foliar

En sistemas basados en el pastoreo directo, determinar la frecuencia de defoliación es uno de los principales factores que incidirán sobre la persistencia de la pradera y

sobre el rendimiento productivo de los animales. El manejo de esta variable busca encontrar aquella frecuencia de defoliación que permita ofrecer un forraje de alta calidad al animal y que no afecte la recuperación de la pradera. Para alcanzar dicho objetivo, es menester conocer la morfofisiología de las especies presentes en la pradera. En el manejo del pastoreo, particularmente en sistemas productivos lecheros, se busca entregar un forraje de alta calidad a los animales. Esto se logra ofreciendo una pradera en estado vegetativo, con una alta proporción de láminas y una baja proporción de material senescente.

Uno de los objetivos que se buscan luego de la defoliación, es que las plantas puedan recuperarse de manera rápida y abundante, que la generación de nuevas hojas no se vea afectada de manera importante por el manejo realizado, sino más bien por las condiciones climáticas imperantes. Bajo un sistema de manejo eficiente, gran parte de las láminas presentes en la pradera deberían ser consumidas y/o defoliadas en el proceso de utilización, por lo que la recuperación post-defoliación dependerá del nivel de carbohidratos de la planta es relevante determinar cuál es la frecuencia de defoliación adecuada que permite mantener un nivel óptimo de carbohidratos de reserva para que dicha recuperación no se vea afectada (Piña, 2001).

2.2.5.9. Área foliar

El área foliar es una variable importante en la mayoría de los estudios agronómicos y fisiológicos, y es de cálculo obligado para la obtención del Índice de Área Foliar, cuando el nivel óptimo de área foliar es alcanzado la tasa de acumulación de materia seca en una pastura es máxima (Tessi, et. al, 2017).

2.2.5.10. Competencia entre especies

La competencia no es más que la lucha por la existencia y superioridad. Dicha competencia ejerce una fuerza poderosa en la comunidad de plantas que tiende a la limitación o extinción de los competidores más débiles. Esta competencia se maximiza cuando los recursos disponibles para el cultivo son limitados. La competencia directa entre cultivo y maleza es por recursos que muchas veces son limitados como son nutrientes, agua, luz y espacio. Sin embargo, también suele presentarse competencia indirecta por la exudación y/o producción de sustancias

alelopáticas. De manera general, las malezas aparecen mucho más adaptadas a los agro ecosistemas que los cultivos. La competencia entre el cultivo y la maleza se expresa por la alteración del crecimiento y desarrollo de ambos (INTAGRI , 2017).

2.2.5.10.1. Colonización de arvenses

La presencia de malezas en pasturas perennes en base a leguminosas provoca una baja eficiencia en la implantación, reduce la producción de materia seca y la calidad del forraje. El éxito del manejo integrado de malezas se basa en ajustar las estrategias de control al problema de malezas específico en el campo. Los productores deben saber, no únicamente, cuáles especies están presentes en el lote, sino que también deben entender la distribución y los estados de desarrollo de dichas malezas en el campo. La mayoría de los bancos de semilla están compuestos por diversas especies. El conocimiento de cuándo cada una de las especies emergen en el año es importante para planificar un efectivo programa de control de malezas. Cada especie tiene uno o más períodos de emergencia pudiendo variar el inicio de la emergencia de un año a otro dependiendo de las condiciones climáticas (Montoya et. al, 2018).

2.2.5.11. Crecimiento reproductivo

El crecimiento de una pastura depende de la cantidad de hojas vivas por unidad de superficie capaces de absorber energía solar para fotosintetizar, lo que se denomina índice de área foliar. Por lo tanto, el índice de área foliar está determinado por la cantidad de hojas vivas por macollo, por la densidad de macollos y por el tamaño de las hojas, variables que a su vez dependen de la longevidad de las hojas, de la tasa de aparición de hojas y de la tasa de elongación de hojas, todas ellas controladas por factores ambientales (temperatura, agua, nitrógeno, luz) y por el genotipo (Forratec, 2013).

2.2.5.12. Producción de biomasa

La competitiva producción en el sector agropecuario los productores se encuentran obligados a realizar un uso más eficiente de los recursos que poseen. Esto representa intensificar la producción por unidad de área. En tema de materiales forrajeros que satisfagan los requerimientos nutricionales de sus animales, y a la vez

establecer un sistema de cosecha uniforme asegurando un nivel de producción constante durante todo el año. Existen varios factores internos y externos que limitan la producción de un material forrajero, entre los factores externos más importantes se encuentra el clima. Otros factores externos son el manejo y las condiciones físicas, químicas y características ecológicas de las tierras en uso, como pendientes altas, mal drenaje, poca fertilidad y baja adaptación de las especies forrajeras. La producción de forraje en una pastura es un proceso complejo que incluye una serie de factores de origen fisiológico, morfológico y de su interacción, Si la pastura es utilizada de forma intensiva, sin que haya un periodo de tiempo para la recuperación de los niveles mínimos de reservas a través de la fotosíntesis, se puede producir una degradación irreversible, cediendo espacio a las especies no deseadas. Además, ante defoliaciones intensas la biomasa de raíces se reduce significativamente, que se ve más afectada cuando son expuestas al sobrepastoreo y/o sequías (Fernández, 2017).

2.2.5.13. Tiempo a la cosecha

La meta es alcanzar un aprovechamiento del 50% o más del crecimiento de la pastura verde para incrementar la producción animal y la rentabilidad por hectárea. Un alto rendimiento y calidad de la pastura se logra con un manejo del pastoreo que considere el estado morfofisiológico de las plantas como por ejemplo que las gramíneas se encuentren en la tercera hoja (Juan, 2012).

La altura es también una herramienta útil que permite determinar la entrada y salida de los animales a la pradera. En vacas de leche la altura de la hierba no debe superar 20 cm. Con alturas superiores, los rechazos se incrementan, favoreciendo un rebrote de inferior calidad, mayores pérdidas de material vegetal y elevada proporción de forraje senescente, disminución del número de días y días de pastoreo; disminución en la producción de materia seca y leche por hectárea. Por el contrario, alturas inferiores a 6 cm pueden afectar al siguiente aprovechamiento (Salcedo, 2022).

2.2.5.14. Eficiencia nutritiva del pasto

Por varias décadas se ha aceptado que, en la producción animal, la nutrición en rumiantes, se refleja en la condición corporal del animal y es atribuida al consumo de energía, el consumo y el tipo de proteína demostrando tener una influencia en las respuestas productivas y reproductivas de los animales.

El valor nutritivo de las pasturas, se puede medir como la capacidad para aportar los nutrientes requeridos por el animal. En condiciones de pastoreo las pasturas aportan todos los nutrientes que el animal necesita, aunque debido a su producción estacional marcada, existen momentos durante el año en que los animales no ven cubiertos sus requerimientos. Pero si las demandas son mayores, las proteínas, carbohidratos solubles y minerales de las pasturas se tornan limitantes, ya sea en cantidad como en el balance de los nutrientes aportados (INTAGRI, 2018).

2.2.6. Perdidas en la productividad

En el caso de las pasturas, la degradación está ligada a prácticas de manejo no apropiadas como realizar establecimiento en zonas con suelos frágiles, pastoreo excesivo durante la época lluviosa provocando la compactación, aumentando la escorrentía y el arrastre de partículas de suelo, disminuyendo el desarrollo de las raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran en perfiles de suelo de mayor profundidad, debido al bajo vigor y cobertura de las especies forrajeras (Escalantes, 2015).

2.2.7. Criterios de evaluación de pasturas degradadas

Los criterios para calificar un pastizal como degradado según Peralta (2002), inician con una pérdida de vigor de las plantas considerando los varios factores que intervienen como por ejemplo la continua explotación al alimentar un mayor número de animales por área cultivada. Algunos criterios que el productor debe llevar en cuenta para determinar la condición de su pastura son:

- Disminución de la producción y calidad del forraje, inclusive en las épocas favorables a su crecimiento.
- Disminución de la cobertura vegetal; pequeño número de plantas nuevas provenientes de la resiembra natural.

- Presencia de malezas de hoja ancha; procesos erosivos por la acción de las lluvias.
- Gran proporción de especies de malezas; colonización de la pastura por gramíneas nativas y procesos erosivos evidentes.

Para evaluar la condición de la pastura es necesario conocer las relaciones entre esta y el manejo, como la carga animal, presión de pastoreo, intensidad de pastoreo y la capacidad de soporte que expresa la carga que posibilita la presión de pastoreo óptima, resultando en ganancias por animal y por área, sin perjuicio de la pastura. Generalmente, cuando el productor percibe que su pastura está en proceso de degradación, está ya sufrió una caída del 8% en su producción.

2.2.8. Parámetros agronómicos en cultivos forrajeros medidos bajo metodologías de fertilizantes

Uno de los factores más relevantes y que define muchas veces la rentabilidad de los predios son la calidad de sus praderas y la capacidad para producir alimento, la pradera es considerada como el alimento más barato para el ganado, pero para que esto se cumpla es necesario conocer las propiedades de cada una de las especies que la componen sean gramíneas o leguminosas, así como también de las malezas. Otro factor clave es hacer un adecuado manejo el cual permita alcanzar un alto rendimiento, lograr una alta eficiencia de utilización del material producido y así poder abastecer el alimento del ganado en forma sostenida durante todo el año (Cooprinsem, 2018).

Los retos actuales de la ganadería la comprometen con sistemas cerrados que se sustenten en la producción forrajera con altas producciones de biomasa, combinados con un alto valor nutricional que se traduzca en sistemas productivos sostenibles, en términos económicos, ecológicos y sociales, donde es fundamental el estudio del comportamiento agronómico de las distintas especies que comprenden los forrajes o praderas sometidas a distintas metodologías de producción (Botero et. al, 2019).

2.2.8.1. Recuperación de praderas

Se aplica cuando hay buena población y cobertura de la especie forrajera, pero el vigor, rebrote y calidad son bajos, por lo tanto, se conserva la especie forrajera original y las prácticas son para recuperar su productividad.

Esta situación puede mejorarse solamente con la aplicación de los fertilizantes que suplan las deficiencias manifestadas en los análisis de suelos y de forraje. Si se desea mejorar aún más el rendimiento de los animales, se puede optar por la siembra de leguminosas forrajeras, que además de mantener una producción sostenida con el tiempo reducirá costos en fertilización. (Contextoganadero , 2021).

- a) Fertilización
- b) Labranza + Fertilización
- c) Labranza + fertilización + introducción de leguminosas

2.2.8.2. Renovación de praderas

Ese aplica cuando hay baja población y pérdida de cobertura de la especie forrajera principal, por lo cual será necesario sembrarla nuevamente o sembrar una nueva especie. En este caso se siguen todos los pasos requeridos para la siembra de pastos empezando por una labranza profunda, fertilización de acuerdo a los análisis de suelos y requerimientos de los nuevos pastos, ajustándose a todas las recomendaciones para una siembra exitosa (Contexto ganadero, 2022).

- a) Labranza + fertilización + siembra de pastos (gramíneas puras o asociadas).
- b) Establecimiento de asociaciones de cultivos con pastos.

2.2.9. Fertilización de pastos

La fertilización ayuda a que el pasto se beneficie mediante la incorporación de macro y micro elementos, puede ser esta edáfica o foliar se hace con productos químicos, orgánicos o biológicos. La primera tiene efectos en un tiempo más corto respecto de las demás, recuperando nutrientes y minerales que posiblemente haya perdido por exceso de uso por la actividad ganadera. Al fertilizar se debe tomar en cuenta que la principal diferencia entre un fertilizante y un abono es que un fertilizante está compuesto por sustancias químicas, mientras que un abono se compone de

elementos orgánicos. Sin embargo, ambas sustancias se pueden utilizar para que la tierra sea más fértil. Se puede utilizar diversos fertilizantes como los de entrega controlada (suele tener metilenurea, un mineral) o rápida (normalmente contiene nitrógeno nítrico y urea, entre otros elementos). La diferencia es que cuando la entrega es rápida hay que aplicarlos con mucha frecuencia para que hagan efecto, mientras que los otros tipos de fertilizantes suelen distribuir los nutrientes de manera constante por 3 meses aproximadamente. Cabe acotar que un fertilizante se encarga de suministrar artificialmente los minerales, nutrientes y otros componentes químicos que necesita el pasto y las plantas. (2X3 Empresas Jardinero, 2022).

2.2.9.1. Fertilización edáfica

Luego de tres días de haber sido consumido el potrero es el momento idóneo para empezar a abonar las pasturas. En este caso, se usa un bulto y medio de urea o la mezcla de fertilizante a conveniencia del productor y medio bulto de cal, proceso que se realiza de forma manual tratando de hacerlo de una forma homogénea para que el producto se quede de manera pareja. Primero se emplea la urea o la mezcla de fertilizantes y después la cal (Contexto ganadero, 2022).

2.2.9.1.1. Encalado

La corrección del PH de los suelos ácidos se realiza aportando calcio al suelo, lo que se conoce como encalado o enmienda caliza. El encalado debe realizarse de forma progresiva, pues al aportar el calcio se favorece la destrucción de la materia orgánica.

La incorporación de las enmiendas al suelo se puede hacer previo al establecimiento de las pasturas a través del uso de rastra o incorporadores de rastros durante el proceso de preparación de suelo. En pasturas establecidas donde la enmienda se aplica en cobertera, es la lluvia, riego y pisoteo animal lo que incorpora la cal al suelo.

La reacción de los materiales encalantes que permiten la neutralización de la acidez, solo se verifica cuando la enmienda se pone en contacto con el agua, es por esta razón que la velocidad de corrección y neutralización de las enmiendas calcáreas, es

función no sólo de la dosis y solubilidad de la enmienda sino también de la humedad del suelo.

La reacción que ocurre en el suelo considera que los iones hidrogeno y aluminio presente en la solución del suelo, reaccionan con los hidroxilos provenientes del hidrolisis de la cal, formando agua y aluminio precipitado, que es reemplazado en los sitios de intercambio por calcio y otros cationes básicos, quedando el aluminio toxico en una forma inerte en la solución del suelo (Demagnet, 2017).

2.2.9.2. Fertilización foliar

La fertilización de las pasturas suele ser una herramienta eficaz para mantener el suelo en un nivel de producción óptimo, reponiendo los nutrientes extraídos a través de los productos animales; sin embargo, para el buen uso de los fertilizantes y que los nutrientes aplicados a través de ellos sean absorbidos debidamente por la planta, debe haber un nivel adecuado de humedad en el suelo y se deben utilizar niveles de fertilización acordes con las demandas y la capacidad de absorción de las plantas. La aplicación de esta práctica requiere de inversión, lo que va a tener un impacto sobre los costos de producción; sin embargo, si el programa de fertilización se basa en el máximo aprovechamiento de la fertilidad natural del suelo, en el conocimiento de las necesidades de los cultivos forrajeros y de los fertilizantes y en el manejo inteligente del reciclaje de nutrientes, el productor podrá lograr el aumento en la productividad de la finca, a un menor costo por unidad de producto animal y sin afectar negativamente el ambiente (Pezo & García, 2018).

La demanda nutricional de las diferentes especies forrajeras es muy variable y depende de tres factores: la capacidad de los forrajes para extraer nutrientes del suelo, el requerimiento interno del pasto y el potencial de producción de la especie forrajera. Las especies de pastos difieren en su habilidad para extraer nutrientes del suelo, las gramíneas, por ejemplo, son más eficientes para extraer nutrientes que las leguminosas, por esa razón, en suelos muy pobres, aparece una cubierta vegetal de gramíneas en forma natural, con poca o ninguna leguminosa (Cerdas, 2011).

2.2.9.3. Fertilización orgánica

Los abonos de origen orgánico son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos, Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico. El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Los abonos orgánicos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas (FONAG, 2010).

2.2.9.4. Ácidos orgánicos en la producción agrícola

El empleo de ácidos orgánicos en las labores agrícolas surge de la necesidad de emplear y planificar estrategias amigables con el medio ambiente que permitan corregir las deficiencias de micronutrientes. El uso de agentes complejantes basados en sustancias orgánicas que pueden ser el resultado de subproductos de otras industrias proporciona productos biodegradables que solucionan los problemas de carencias nutricionales en los cultivos. (Cansino, 2016).

2.2.9.4.1. Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos en el suelo, contribuyen al desbloqueo de los nutrientes y actúan como agentes complejantes naturales, facilitando la asimilación de los mismos, los efectos beneficiosos que provocan sobre la planta son un incremento radicular, por tanto, una mayor absorción de elementos nutritivos; un mayor desarrollo vegetativo; favorecen los procesos fisiológicos y contribuyen a un mayor rendimiento del cultivo (AEFA, 2021).

2.2.9.4.2. Ácidos carboxílicos en la agricultura

Los ácidos carboxílicos de bajo peso molecular, son ácidos orgánicos y se encuentran de manera natural en las plantas; se caracterizan por ser agentes complejantes, que tienen la función de unirse a otras sustancias presentes en el suelo formando un complejo mucho más soluble produciendo que el porcentaje de nutrientes asimilado por las plantas sea mayor (CARBOTECNIA, 2019).

Dentro de los ácidos orgánicos existen grandes diferencias tanto en su tamaño como en su capacidad para formar complejos asimilables por las plantas. Los ácidos carboxílicos de bajo peso molecular son los que tienen menor peso y tamaño, por lo tanto, su efecto se demuestra en la mayor capacidad de absorción de nutrientes e incremento de la translocación de los mismos dentro de la planta, evidenciando efectos inmediatos como el aumento de la producción y la calidad (Olmos, 2020).

Se obtienen mediante un proceso estandarizado de descomposición de la materia orgánica, son el resultado del último paso de la descomposición, por compresión de la turba mediante ciclos químicos de respiración aerobia y extracción se produce una serie de ácidos que le otorgan características únicas (AGRITOP, 2017).

Los ácidos carboxílicos al aplicarse al suelo generan quelatos estables con los cationes del suelo como son K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Al y Na de tal forma que incrementan su asimilación, a la vez que disminuye su bloqueo, sus interacciones negativas y lixiviación en el suelo. Esto incrementa notablemente la absorción, asimilación y movilización de los nutrientes los que les permite a la planta un mejor desarrollo general, obteniéndose con esto mejor y mayores cosechas (AGRITOP, 2017).

El uso de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular en la agricultura presenta ventajas concretas y evaluables a nivel de suelo y planta, la respuesta del fertilizante es inmediata en el incremento de producción comercializable, en consecuencia, de la mejora en la interacción de la planta con el medio (CARBOTECNIA, 2019).

2.2.9.4.2.1. Ácidos carboxílicos más empleado en la agricultura

El ácido salicílico (AS) es de gran importancia en la agricultura ya que es una hormona vegetal que forma parte de un amplio grupo de compuestos denominados fenólicos y que está presente en todos los órganos vegetales y desempeña un papel fundamental en la regulación del crecimiento, desarrollo e interacción de las plantas con otros organismos patógenos, así como en la inducción de defensa de las plantas frente a diferentes tipos de estreses ambientales (sequia, salinidad, inundaciones, cambios de temperatura (CARBOTECNIA, 2019).

2.2.9.4.3. Aplicación de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular de forma radicular.

- Movilizan, solubilizan y hacen asimilables nutrientes insolubles del suelo.
- Favorecen la floculación y permeabilidad del suelo.
- Desalinizan los suelos.
- Reducen el efecto dispersante del sodio.
- Promueven la rápida complicación de cationes, presentes en la solución nutritiva del suelo.
- Reducen la lixiviación de nutrientes.
- Estimulan el sistema radicular.
- Regulan el pH de la rizosfera (CARBOTECNIA, 2019).

2.2.9.4.4. Aplicación de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular de forma foliar.

- Introducen los nutrientes al interior de la planta de forma 100% eficiente.
- Mantienen una alta actividad fotosintética aún en condiciones desfavorables.
- Mejoran la translocación y deposición de nutrientes en destino.
- Regulan la apertura y cierre de las estomas.
- Aumentan la calidad del fruto en color, sabor, vida post-cosecha.
- Son respetuosos con los tejidos vegetales (CARBOTECNIA, 2019).

2.2.9.5. Fertilización órgano-mineral

Son combinación de materiales orgánicos y minerales, contienen materia orgánica y nutrientes minerales en el mismo producto. Durante su fabricación se adicionan a los componentes orgánicos, abonos minerales, de tal manera que cuando se aportan al suelo, incorporan materia orgánica y nutriente de origen mineral. La principal ventaja es que con una sola aplicación se incorpora materia orgánica y minerales por lo que se favorece la asimilación por parte de las plantas (Gamero, 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque Metodológico

3.1.1. Enfoque

La investigación tiene dos enfoques; cualitativa mediante la participación y observación por un grupo de expertos. En base a la palabra y su valoración visual se consumará la recolección de datos, análisis y comprensión del desarrollo del experimento.

De carácter cuantitativo, buscando cuantificar y diferenciar los tratamientos mediante datos numéricos, para su procesamiento se empleará metodologías estadísticas que permiten la comprensión explicativa y predicativa de la realidad del experimento.

3.1.2. Tipo de Investigación

El diseño de la investigación es en campo experimental, previo una planificación de actividades que permita preparar los instrumentos y herramientas para la construcción del experimento, al mismo tiempo organizar las técnicas de análisis de los datos.

Para implantar la investigación se empleará un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en donde se evaluará todas las variables establecidas para su posterior análisis estadístico con los resultados obtenidos.

La información y metodología es respaldada a través de libros, tesis y revistas científicas. El sitio donde se va llevar a cabo es en el Cantón Tulcán-Provincia del Carchi. Sector sur de Tulcán en la comunidad Santa Rosa de Taquez, junto a la planta de tratamiento de agua potable.

3.1.3. Investigación Bibliográfica

Recopilada de diferentes fuentes primarias y secundarias como: libros, artículos científicos, investigaciones realizadas acorde al tema planteado, información de apoyo en la construcción del marco teórico, metodológico y la presentación de resultados.

3.2. Hipótesis o idea a defender

H₁. El programa de fertilización mediante la inclusión de concentraciones de ácidos carboxílicos influye sobre las características agronómicas y productividad de una pastura.

H₀. El programa de fertilización mediante la inclusión de concentraciones de ácidos carboxílicos no influye sobre las características agronómicas y productividad de una pastura.

3.3. Definición y operacionalización de variables

Tabla 2. Cuadro de operacionalización de variables.

Hipótesis		Variables	Definición	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumento
La fertilización foliar a base de ácidos carboxílicos influye significativamente sobre la productividad de una pastura	V.D	Pastura Composición, tiempo de establecimiento altura del pasto, Macollamiento, tiempo a la cosecha, producción de materia verde, producción de materia seca.	La composición de la pastura se establecerá en % de presencia de gramíneas y leguminosas. El tiempo de establecimiento del cultivo permitirá medir y evaluar los parámetros de desarrollo de la pastura.	Composición botánica del forraje.	# de gramíneas y leguminosas presentes en la pastura	Observación	Ficha de observación
				Amplitud de cobertura.	Medida (cm) del área cubierta por cada especie	Observación	Cuestionario
				Profundidad de raíz	Medida (cm) de la longitud de la profundidad de la raíz	Observación	Cuestionario
				Número de macollos	Contabilizar el número de macollos por especie botánica	Observación	Ficha de observación
				Longitud de hoja	Medida (cm) de la longitud alcanzada por la hoja de cada especie botánica	Observación	Ficha de observación
				Tiempo de aparición de una hoja nueva	Medida del tiempo en días en que tarda la aparición de una nueva hoja en las gramíneas	Observación	Ficha de observación
				Altura de la mezcla forrajera	Medida (cm) en general de la altura alcanzada por la mezcla forrajera	Observación	Ficha de observación
				Producción de biomasa	Producción total de forraje medido en kg/en 1 m ²	Observación	Ficha de observación
				Análisis de costos	Establecido en base al costo de producir cada kg de materia seca de cada tratamiento	Observación	Ficha de observación
	V.I	Fertilización foliar a base de ácidos carboxílicos aplicada en una pastura establecida.	La fertilización folia consiste en aplicar una formulación de minerales directamente a las hojas luego de 5 días de cosechado el pasto.	Ácidos carboxílicos en formulación de fertilizante foliar	Concentraciones del fertilizante de aplicación directa al follaje y suelo	Observación	Ficha de observación

3.4. Métodos a utilizar

3.4.1. Localización del experimento

El experimento se lo implantará en la Finca “San Luis”, dentro de un área de 500 m², a una altura de 2400 m.s.n.m.

3.4.2. Tratamientos

Se procede a detallar los tratamientos con su respectiva descripción.

Tabla 3. Formulación de los tratamientos

Tratamiento	Composición	Descripción
T1	Encalado	Práctica de encalado convencional
T2	Encalado +carboxílico 1%	Practica de encalado de suelo + (QUELATOR) a concentración de 1%
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	Practica de encalado de suelo +(QUELATOR) a concentración de 1,5%
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	Practica de encalado de suelo + (QUELATOR) a concentración de 0,5%
T5	Fertilización	Práctica de fertilización convencional
T6	Fertilización + carboxílico 1%	Fertilización convencional + (QUELATOR) a 1% de concentración
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	Fertilización convencional +(QUELATOR) a 1,5% de concentración
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	Fertilización convencional +(QUELATOR) a 0,5% de concentración
T9	Testigo absoluto	Sin tratamiento

3.4.3. Características del diseño experimental

Se establecerá un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y seis repeticiones para un total de 24 unidades experimentales, distribuidas en el área designada del lote. Dentro de la composición de la pastura se encuentran; trébol, llantén y Ray Grass perenne.

Tabla 4. Cuadro del diseño experimental

Diseño de bloques completos al azar	Dimensiones
Área total del experimento	500 m ²
Unidad experimental	6 m ²
Parcela neta	1m
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	36

3.4.4. Esquema del análisis estadístico

Tabla 5.Esquema del análisis estadístico.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	(Tr-1)	35
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(T-1)	8
Error experimental	(T-1) (R-1)	24

3.4.5. Distribución de las unidades experimentales

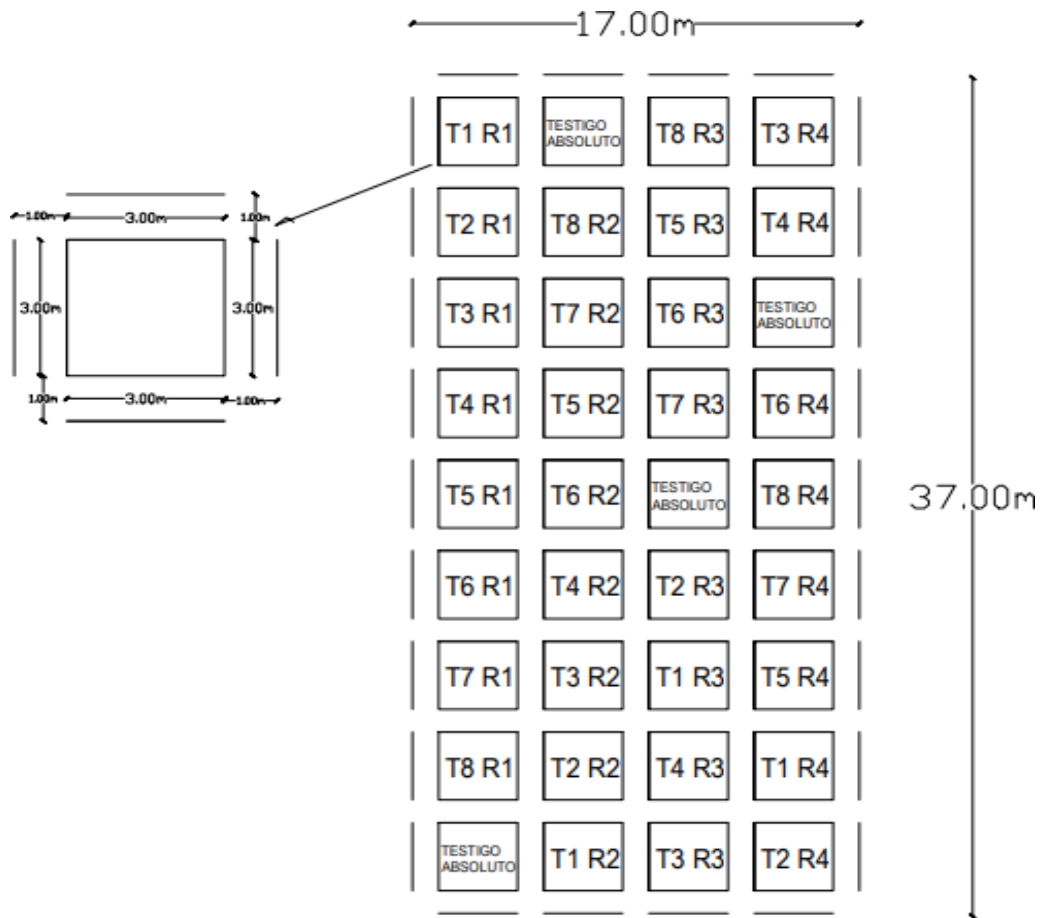


Figura 1. Distribución de las unidades experimentales

3.4.6. Selección de unidad experimental neta

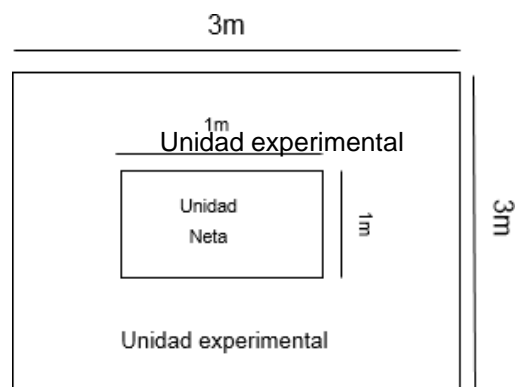


Figura 2. Unidad experimental neta

3.4.7. Variables a evaluarse

3.4.7.1. Área de cobertura foliar

La estimación del área foliar de las plantas realizando mediciones directas de las especies implicadas especialmente el largo y ancho de la hoja tiene aún vigencia y aplicabilidad, las ventajas del método son su bajo costo de implementación, una mayor precisión en la evaluación del crecimiento de la planta respecto de los métodos destructivos y la facilidad de aplicación en el campo (Galindo & Clavijo, 2007).

3.4.7.2. Profundidad de raíz

Para medir esta variable se utilizó la técnica de muestreo de raíces denominada: Método de planta entera descrita por (Piñeiro & Pinto, 2018), que consiste en determinar la partición Raíz/Tallo de plantas individuales en campo para luego, estimar la longitud y producción de raíces a partir de la producción de biomasa aérea (Kg/ha). Donde se realiza el lavado de raíces conservando solo las raíces conectadas a la biomasa aérea de una planta recolectando las raíces que más contribuyen a la medición total con mucha precisión.

3.4.7.3. Número de macollos

Para estudiar la evolución de la densidad poblacional de macollos se utilizó la metodología descrita por (Martínez, 2009), empleada para medir la compensación tamaño densidad de macollos en pasturas sometidas a diferentes regímenes de defoliación en donde se marcan y cuentan al inicio del ensayo todas las plantas o macollos de un área específica dentro de cada unidad experimental. Semanalmente se marcan y contabilizan todos los nuevos macollos aparecidos y de igual manera los senescentes, se cosechan 40 macollos al alcanzar la condición pre-defoliación correspondiente a cada tratamiento. Se determina número, peso fresco y se separaron sus componentes (láminas verdes, vainas + tallos, inflorescencias y material muerto).

3.4.7.4. Longitud de hoja

Se usó la técnica empleada por (Lindner, 1971), al analizar los caracteres morfológicos en poblaciones de *Lolium multmorum* y *Lolium perenne*, donde realiza las mediciones después de la aparición de la hoja siguiente a la que se iba a medir, ya que esto indica que la hoja anterior está totalmente desarrollada, el registro de la medida toma como referencia la hoja perteneciente con su vástago principal.

3.4.7.5. Tasa de aparición de las hojas

La tasa de aparición de las hojas ha sido expresada en días por hoja, de tal forma que cuanto más bajo es el valor numérico, tanto más rápida es la aparición de la hoja. (Lindner, 1971).

3.4.7.6. Altura final de la mezcla forrajera

La técnica empleada por los investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Chile (Borrelli & Oliva, 2001), en la investigación titulada Evaluación de pastizales; Detalla medir 10 o más plantas de la especie clave, según el plan de muestreo. Para ello se utiliza una regla milimétrica. Las plantas a medir se eligen a partir de una transecta de pasos. A intervalos previamente convenidos (3 o 5 pasos), se mide la planta más cercana al pie adelantado. Debe prestarse atención al proceso de identificación de las plantas a medir ya que este puede ser la principal fuente de error de las estimaciones.

3.4.7.7. Producción de biomasa

Se aplicó la metodología descrita por (Millapán, 2006), en la estimación de biomasa aérea en pasturas templadas de sistemas lecheros pastoriles, utilizando el método directo de corte que brinda mayor exactitud en la determinación de biomasa aérea. Donde se corta, seca y pesa las muestras dentro de una superficie conocida (generalmente 0,10 – 0,30 m²) se realiza el corte a nivel del suelo o a una altura previamente definida, la que debe ser mantenida en sucesivas mediciones. El material cortado se recolecta y se mantiene en refrigeración hasta su procesamiento en laboratorio, principalmente se seca en estufa para determinar el contenido de materia seca y se realiza un sub-muestreo para analizarlo químicamente

3.5 Resultados

3.5.1. Amplitud de cobertura de la planta trébol.

En la tabla 6 se muestran los resultados de la amplitud de cobertura de las plantas de trébol mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 11,63 y la media general de amplitud de cobertura de la planta es de 48,8 cm.

Tabla 6. Análisis de varianza para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de trébol

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Rep	107,42	3	35,81	1,13	0,3584
Trat	620,22	8	77,53	2,44	0,0436*
Error	763,33	24	31,81		
Total	1490,97	35			
Cv	11,63				
\bar{x}	48,8 cm				

En la tabla 7, en el análisis mediante Tukey, se observa la amplitud de cobertura de la planta de trébol medida en cm para cada tratamiento, siendo el tratamiento T4 (encalado + ácidos carboxílicos al 0,5%) el que presentó mayor amplitud con una media de 57,75 cm diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 40,75 cm. Con 17 cm de mayor cobertura un incremento del 34,5% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5 % para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de trébol

Tratamientos	Medias trébol cm	Rango	
T4 Encalado + carboxílico 0,5%	57,75		B
T1 Encalado	53,00	A	B
T3 Encalado + carboxílico 1,5%	52,50	A	B
T6 Fertilización + carboxílico 1%	49,25	A	B
T2 Encalado + carboxílico 1%	47,50	A	B
T7 Fertilización + carboxílico 1,5%	47,25	A	B
T8 Fertilización + carboxílico 0,5%	45,75	A	B
T5 Fertilización	45,50	A	B
T9 Testigo absoluto	40,75	A	

3.5.2. Amplitud de cobertura de la planta de llantén

En la tabla 8, se muestran los resultados de la amplitud de cobertura de las plantas de llantén mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 11,74 y la media general de amplitud de cobertura de la planta es de 8,91 cm.

Tabla 8. Análisis de varianza para la amplitud (cm) de cobertura de la planta de llantén

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	2,97	3	0,99	0,90	0,4533
Trat	35,50	8	4,44	4,05	0,0036*
Error	26,28	24	1,09		
Total	64,75	35			
Cv	11,74				
\bar{x}	8,91cm				

En la tabla 9, en el análisis mediante Tukey, se observa la amplitud de cobertura de las plantas de llantén medida en cm por cada tratamiento, siendo el tratamiento T6 (fertilización + ácidos carboxílicos al 1%) el que presentó mayor amplitud con una media de 10,50 cm, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 7,50 cm. Con 3 cm de mayor cobertura, un incremento del 33,3% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5 % para la amplitud (cm) de cobertura del llantén

Tratamientos	Medias llantén Cm	Rango	
T6 Fertilización + carboxílico 1%	10,50		B
T3 Encalado + carboxílico 1,5%	9,50	A	B
T5 Fertilización	9,25	A	B
T1 Encalado	9,25	A	B
T7 Fertilización + carboxílico 1,5%	9,25	A	B
T8 Fertilización + carboxílico 0,5%	9,00	A	B
T4 Encalado + carboxílico 0,5%	9,00	A	B
T9 Testigo absoluto	7,50	A	
T2 Encalado + carboxílico 1%	7,00	A	

3.5.3. Amplitud de cobertura de la planta de ray-grass

En la tabla 10, se muestran los resultados de la amplitud de cobertura de las plantas de ray-grass mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El

coeficiente de variación es de 16,63 y la media general de amplitud de cobertura de la planta es de 9,1 cm.

Tabla 10. Amplitud de cobertura (cm) de la planta de ray-grass

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	23,56	8	2,94	1,28	0,2985
Trat	2,89	3	0,96	0,42	0,7408 ^{ns}
Error	55,11	24	2,30		
Total	81,56	35			
Cv	16,63				
\bar{x}	9,1 cm				

En la tabla 11, en el análisis mediante Tukey, se observa la amplitud de cobertura de las plantas de ray-grass medida en cm por cada tratamiento, siendo el tratamiento T3 (encalado + ácidos carboxílicos al 1,5%) el que presentó mayor amplitud con una media de 11,0 cm, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 8,0 cm. Con 3 cm de mayor cobertura, un incremento del 31,5% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para amplitud de cobertura (cm) de la planta de Ray-grass

Tratamientos		Medias ray-grass Cm	Rango
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	11,00	A
T1	Encalado	9,75	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	9,25	A
T2	Encalado + carboxílico 1%	9,00	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	9,00	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	8,75	A
T5	Fertilización	8,75	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	8,50	A
T9	Testigo absoluto	8,00	A

3.5.4. Profundidad de la raíz de la planta de llantén

En la tabla 12, se muestran los resultados para la profundidad de raíz de las plantas de llantén mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 9,62 y la media general para la profundidad de raíz es de 7,52 cm.

Tabla 12. Análisis de varianza para la profundidad (cm) de la raíz de la planta de llantén

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	3,28	8	1,09	2,07	0,1312
Trat	17,69	3	2,21	4,18	0,0030*
Error	12,70	24	0,53		
Total	33,66	35			
Cv	9,62				
\bar{x}	7,52 cm				

En la tabla 13, en el análisis mediante Tukey, se observa la profundidad de raíz de las plantas de llantén medida en cm por cada tratamiento, siendo el tratamiento T1 (encalado) el que presentó mayor profundidad con una media de 8,10 cm, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 5,37 cm. Con 2,73 cm de mayor crecimiento, un incremento radicular del 40,5% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para la profundidad (cm) de la raíz en el llantén

Tratamientos		Medidas llantén Cm	Rango
T1	Encalado	8,10	B
T6	Fertilización + carboxílico 1%	8,08	B
T2	Encalado + carboxílico 1%	8,05	B
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	7,98	B
T5	Fertilización	7,68	B
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	7,63	B
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	7,55	B
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	7,30	A B
T9	Testigo absoluto	5,37	A

3.5.5. Profundidad de la raíz de la planta de trébol

En la tabla 14, se muestran los resultados para la profundidad de raíz de las plantas de trébol mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 11,80 y la media general de para profundidad de raíz de las plantas es de 6,42 cm.

Tabla 14. Profundidad (cm) de raíz de las plantas de trébol

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	0,73	8	0,24	0,42	0,7375
Trat	3,62	3	0,45	0,79	0,6190 ^{ns}
Error	13,79	24	0,57		
Total	18,14	35			
Cv	11,80				
\bar{x}	6,42 cm				

En la tabla 15, en el análisis mediante Tukey, se observa la profundidad de raíz de las plantas de trébol medida en cm por cada tratamiento, siendo el tratamiento T5 (fertilización edáfica) el que presentó mayor profundidad con una media de 7,03 cm, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 5,88 cm. Con 1,55 cm de mayor crecimiento, un incremento radicular del 17,8% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para profundidad (cm) de la raíz de la planta de trébol

Tratamientos		Medias trébol	Rango
T5	Fertilización	7,03	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	6,73	A
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	6,63	A
T2	Encalado + carboxílico 1%	6,43	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	6,40	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	6,33	A
T1	Encalado	6,20	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	6,20	A
T9	Testigo absoluto	5,88	A

3.5.6. Profundidad de la raíz de la planta de Ray-grass

En la tabla 16, se muestran los resultados para la profundidad de raíz de las plantas de ray-grass mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 12,60 y la media general de para profundidad de raíz de las plantas es de 8,39 cm.

Tabla 16. Análisis de varianza para la profundidad (cm) raíz del Ray-Grass

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	11,93	8	3,98	3,55	0,0294
Trat	22,10	3	2,76	2,74	0,0415*
Error	26,67	24	1,12		
Total	60,90	35			
Cv	12,60				
\bar{x}	8,39cm				

En la tabla 17, en el análisis mediante Tukey, se observa la profundidad de raíz de las plantas de ray-grass por cada tratamiento, siendo el tratamiento T1 (encalado) el que presentó mayor profundidad con una media de 9,73 cm, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 7,08 cm. Con 2,65 cm de mayor crecimiento, un incremento radicular del 31,5% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % para la profundidad (cm) de la raíz del Ray-grass

Tratamientos		Medias ray- grass Cm	Rango	
T1	Encalado	9,73		B
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	9,05	A	B
T2	Encalado + carboxílico 1%	8,95	A	B
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	8,78	A	B
T6	Fertilización + carboxílico 1%	8,58	A	B
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	7,95	A	B
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	7,78	A	B
T5	Fertilización	7,68	A	B
T9	Testigo absoluto	7,08	A	

3.5.7. Número de macollos de la planta de llantén

En la tabla 18, se muestran los resultados para la contabilización del número de macollos para las plantas de llantén mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 15,49 y la media general para número de macollos de las plantas es de 29,72 macollos/planta.

Tabla 18. Número de macollos de la planta de llantén

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	15,67	3	5,22	0,25	0,8631
Trat	242,72	8	30,34	1,45	0,2344 ^{ns}
Error	508,83	24	21,20		
Total	767,22	35			
Cv	15,49				
\bar{x}	29,72	macollos/planta			

En la tabla 19, en el análisis mediante Tukey, se observa que la contabilización del número de macollos para las plantas de llantén por cada tratamiento, siendo el tratamiento T3 (encalado + ácidos carboxílicos al 1,5%) el que presentó mayor número de macollos/planta con una media de 33,75 macollos/planta, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 24,75 macollos/planta. Con un desarrollo de 9 macollos más por planta, un incremento 30,7% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para número de macollos de la planta de llantén

Tratamientos	Medias llantén Macollos/planta	Rango
T3 Encalado + carboxílico 1,5%	33,75	A
T4 Encalado + carboxílico 0,5%	33,00	A
T1 Encalado	31,75	A
T5 Fertilización	29,50	A
T6 Fertilización + carboxílico 1%	29,25	A
T8 Fertilización + carboxílico 0,5%	28,75	A
T2 Encalado + carboxílico 1%	28,50	A
T7 Fertilización + carboxílico 1,5%	28,25	A
T9 Testigo absoluto	24,75	A

3.5.8. Número de macollos de la planta de Ray- Grass

En la tabla 20, se muestran los resultados para la contabilización del número de macollos para las plantas de ray-grass mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 17,53 y la media general para número de macollos de las plantas es de 106,38 macollos/planta.

Tabla 20. Número de macollos de la planta de Ray-Grass

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	612,11	3	204,04	0,59	0,6295
Trat	2137,56	8	267,19	0,77	0,6334 ^{ns}
Error	8344,89	24	347,70		
Total	11094,56	35			
Cv	17,53				
\bar{x}	106,38	macollos/planta			

En la tabla 21, en el análisis mediante Tukey, se observa la contabilización del número de macollos para las plantas de ray-grass por cada tratamiento, siendo el tratamiento T5 (fertilización edáfica) el que presentó mayor número con una media de 121,50 macollos/planta, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 97,25 macollos/planta. Con un desarrollo de 24,25 macollos más por planta, un incremento 22,1% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para número de macollos de la planta de Ray-Grass

Tratamientos		Medias ray-grass macollos/planta	Rango
T5	Fertilización	121,50	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	117,25	A
T1	Encalado	108,00	A
T2	Encalado + carboxílico 1%	107,00	A
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	103,50	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	102,25	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	101,75	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	99,00	A
T9	Testigo absoluto	97,25	A

3.5.9. Longitud de la hoja número 1 del Ray-Grass

En la tabla 22, se muestran los resultados para la medición de la longitud de la hoja número 1 para las plantas de ray-grass mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 9,26 y la media general para la longitud de la hoja 1 es de 28,52 cm.

Tabla 22. Longitud (cm) de la hoja 1 en la planta de Ray-Grass.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	5,64	3	1,88	0,27	0,8470
Trat	21,72	8	2,72	0,39	0,9159 ^{ns}
Error	167,61	24	6,98		
Total	194,97	35			
Cv	9,26				
\bar{x}	28,52 cm				

En la tabla 23, en el análisis mediante Tukey, se observa que para la medición de la longitud de la hoja número 1 de las plantas de ray-grass por cada tratamiento, sobresale el tratamiento T2 (encalado + ácidos carboxílicos al 1%) presentando mayor longitud con una media de 29,50 cm diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 28,50 cm. Con 1 cm de mayor desarrollo, un incremento del 3,4% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para longitud (cm) de la hoja 1 de la planta de Ray-Grass

Tratamientos		Medias hoja 1 ray-grass cm	Rango
T2	Encalado + carboxílico 1%	29,50	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	29,25	A
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	29,25	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	28,50	A
T5	Fertilización	28,50	A
T9	Testigo absoluto	28,50	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	28,50	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	28,00	A
T1	Encalado	26,75	A

En la tabla 24, se muestran los resultados para la medición de la longitud de la hoja número 2 para las plantas de ray-grass mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 10,34 y la media general para la longitud de la hoja 2 es de 26,30 cm.

Tabla 24. Longitud (cm) de la hoja 2 en la planta de Ray-Grass.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	10,31	3	3,44	0,46	0,7096
Trat	33,89	8	4,24	0,57	0,7896 ^{ns}
Error	177,77	24	7,39		
Total	221,64	35			
Cv	10,34				
\bar{x}	26,30 cm				

En la tabla 25, en el análisis mediante Tukey, se muestra la medición de la longitud de la hoja número 2 de las plantas de ray-grass por cada tratamiento, sobresale el tratamiento T2 (encalado + ácidos carboxílicos al 1%) presentando mayor longitud con una media de 28,00 cm diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 27,50 cm. Con 0,5 cm de mayor desarrollo, un incremento del 1,8% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para longitud (cm) de la hoja 2 en la planta de Ray-Grass

Tratamientos		Medias hoja 2 ray grass cm	Rango
T2	Encalado + carboxílico 1%	28,00	A
T9	Testigo absoluto	27,50	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	27,00	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	26,50	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	26,00	A
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	26,00	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	25,50	A
T5	Fertilización	25,25	A
T1	Encalado	25,00	A

3.5.10. Longitud de las hojas del llantén

En la tabla 26, se muestran los resultados para la medición de la longitud de las hojas de llantén mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 7,64 y la media general para la longitud de las hojas es de 32,44 cm.

Tabla 26. Longitud (cm) de las hojas de la planta de llantén

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	30,44	3	10,15	1,65	0,2042
Trat	82,89	8	10,36	1,69	0,1536 ^{ns}
Error	147,56	24	6,15		
Total	260,89	35			
Cv	7,64				
\bar{x}	32,44 cm				

En la tabla 27, en el análisis mediante Tukey, se observa la medición de la longitud de las hojas de llantén por cada tratamiento, sobresale el tratamiento T3 (encalado + ácidos carboxílicos al 1,5%) presentando mayor longitud con una media de 34,50 cm diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 29,50 cm. Con 5 cm de mayor desarrollo, un incremento del 15% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para longitud (cm) de las hojas de la planta de llantén.

Tratamientos		Medias hojas lantén cm	Rango
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	34,50	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	33,75	A
T1	Encalado	33,50	A
T5	Fertilización	33,25	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	33,25	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	32,00	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	31,25	A
T2	Encalado + carboxílico 1%	31,00	A
T9	Testigo absoluto	29,50	A

3.5.11. Tiempo de aparición de una hoja nueva Ray- Grass

En la tabla 28, se muestran los resultados para la medición del tiempo en días en que se tarda en aparecer una nueva hoja en las plantas de ryegrass mismos que no presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 12,90 y la media general en días en que se demora en aparecer una nueva hoja es de 8,8 días.

Tabla 28. Tiempo (días) de aparición de una hoja nueva en la planta de ray-grass

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	2,33	3	0,78	0,60	0,6219
Trat	11,50	8	1,44	1,11	0,3930 ^{ns}
Error	31,17	24	1,30		
Total	45,00	35			
Cv	12,90				
\bar{x}	8,8 días				

En la tabla 29, en el análisis mediante Tukey, se observa que para la medición del tiempo en que se tarda en aparecer una nueva hoja el tratamiento que presenta el valor de tiempo más corto es el tratamiento T3 (encalado + ácidos carboxílicos al 1,5%) presentando menor medida de tiempo con una media de tiempo 8 días, diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 10 días.

Tabla 29. Tiempo (días) de aparición de una hoja nueva en la planta de ray-grass

	Tratamientos	Medida/tiempo/ ray-grass (días)	Rango
T9	Testigo absoluto	10,00	A
T6	Fertilización + carboxílico 1%	9,25	A
T5	Fertilización	9,00	A
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	9,00	A
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	9,00	A
T1	Encalado	8,50	A
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	8,50	A
T2	Encalado + carboxílico 1%	8,25	A
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	8,00	A

3.5.11. Altura de la mezcla forrajera

En la tabla 30, se muestran los resultados para la medición total de la mezcla forrajera mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 11,07 y la media general para la altura es de 39,86 cm.

Tabla 30. Análisis de varianza de la altura (cm) de la mezcla forrajera

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	708,06	8	88,51	4,54	0,0018
Trat	128,53	3	42,84	2,20	0,1144*
Error	467,72	24	19,49		
Total	1304,31	35			
Cv	11,07				
\bar{x}	39,86 cm				

En la tabla 31, en el análisis mediante Tukey, se observa que para la medición de la altura de la mezcla forrajera sobresale el tratamiento T5 (fertilización convencional) presentando mayor desarrollo con una media de 46 cm diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 32,50 cm. Con 13,5 cm de mayor crecimiento, un incremento del 34,3% bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% de la altura de la mezcla forrajera

Tratamientos	Medias altura cm	Rango		
T5 Fertilización	46,00			C
T8 Fertilización + carboxílico 0,5%	44,75	B		C
T7 Fertilización + carboxílico 1,5%	43,75	B		C
T6 Fertilización + carboxílico 1%	42,75	A	B	C
T3 Encalado + carboxílico 1,5%	39,25	A	B	C
T4 Encalado + carboxílico 0,5%	37,75	A	B	C
T2 Encalado + carboxílico 1%	37,25	A	B	C
T1 Encalado	34,75	A	B	
T9 Testigo absoluto	32,50	A		

3.5.12. Producción de biomasa en Kg de la mezcla forrajera

En la tabla 32, se muestran los resultados para la producción de biomasa de 1 m² de muestra en kg mismos que presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. El coeficiente de variación es de 7,95 y la media general para la producción de biomasa es de 3,25 kg.

Tabla 32. Análisis de varianza de la producción (kg) de biomasa de la mezcla forrajera

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Rep	0,22	8	0,07	1,12	0,3596
Trat	2,41	3	0,30	4,54	0,0018*
Error	1,59	24	0,07		
Total	4,23	35			
Cv	7,95				
\bar{x}	3,25 kg				

En la tabla 33, en el análisis mediante Tukey, se observa que para la producción de biomasa por cada tratamiento en 1m² de muestra sobresale el tratamiento T3 (encalado + ácidos carboxílicos al 1,5 %) presentando mayor peso, con una media de 3,63 kg diferenciándose del testigo que obtuvo una media de 2,83 kg. Con un incremento de 0,8 kg, un 24,7% de mayor forraje cosechado bajo el efecto de la aplicación del tratamiento.

Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% de la producción (kg) de biomasa de la mezcla forrajera

Tratamientos	Medias producción biomasa kg	Rango
T3 Encalado + carboxílico 1,5%	3,63	B
T5 Fertilización	3,55	B
T4 Encalado + carboxílico 0,5%	3,38	A B
T7 Fertilización + carboxílico 1,5%	3,38	A B
T8 Fertilización + carboxílico 0,5%	3,28	A B
T6 Fertilización + carboxílico 1%	3,13	A B
T1 Encalado	3,19	A B
T2 Encalado + carbo xílico 1%	2,90	A
T9 Testigo absoluto	2,83	A

3.5.13. Costo de producción por kg de materia verde cosechada

En la tabla 34 se muestra el análisis de costos por cada tratamiento proyectando la muestra cosechada a producción/ha el tratamiento más sobresaliente es el T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con una producción de 36,300 kg mv ha⁻¹ a un costo de 0.13 centavos de dólar.

Tabla 34. Análisis de costos por kg de materia verde cosechada

Tratamiento		Producción kg/mv/m ²	Producción Kg/mv/ha	Costo total/ha (\$)	costo del kg de forraje cosechado
T3	Encalado + carboxílico 1,5%	3,63	36,300	468	0,13 cent.
T1	Encalado	3,19	31,900	435	0,14 cent.
T4	Encalado + carboxílico 0,5%	3,38	33,800	474	0,14 cent.
T5	Fertilización	3,55	35,500	513	0,14 cent.
T2	Encalado + carboxílico 1%	2,9	29,000	447	0,15cent.
T9	Testigo absoluto	2,38	28,000	411	0,15 cent.
T7	Fertilización + carboxílico 1,5%	3,38	33,800	525	0,16 cent.
T6	Fertilización + carboxílico 1%	3,13	31,300	522	0,17 cent.
T8	Fertilización + carboxílico 0,5%	3,28	32,800	543	0,17 cent.

3.6. Discusión

Con los resultados obtenidos en la investigación podemos aceptar la hipótesis afirmativa donde el programa de fertilización mediante la inclusión de las concentraciones de ácidos carboxílicos influye sobre las características agronómicas y productividad de una pastura.

En la comparación de los datos de la variable amplitud de cobertura de las plantas dentro de la mezcla forrajera se muestran diferencias estadísticas entre tratamientos, la medición para la cobertura de la planta de trébol es el tratamiento T4 (Encalado + carboxílico 0,5%) alcanzó un promedio de 57,75 cm, en comparación con el testigo con 40,75 cm, 17 cm de diferencia un 34,5% de incremento en cobertura basal. En la amplitud de cobertura de la planta de llantén tratamiento T6 (Fertilización + carboxílico 1%) con un promedio de 10,50 cm, en comparación con el testigo con 7,50 cm, con 3 cm de incremento un 33,3% de mayor cobertura basal. Para las plantas de ray-grass el tratamiento con mayor diferencia es el tratamiento T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con un promedio de 11 cm diferenciándose del testigo que alcanzó 8 cm en su desarrollo, 3 cm de incremento un 31,5% de mayor cobertura a causa de la aplicación de los tratamientos. En relación con este tema, Campos (2010) al realizar la evaluación de 4 diferentes abonos orgánicos observa que las medidas de la cobertura basal de pasto *Brachiaria brizantha*, no presentan diferencias estadísticas por efecto de la acción de los diferentes abonos orgánicos,

aunque numéricamente la aplicación de estos mejoran la cobertura basal, por cuanto las plantas del grupo testigo registraron una cobertura basal del 67,69%, en cambio con la aplicación de humus, bokashi, vermicompost y casting presentaron coberturas de 67,78, 71,11, 72,72 y 76,33%, respectivamente, notándose por tanto que los abonos orgánicos proporcionan una serie de ventajas en los cultivos.

Para la variable profundidad de raíz se mostró diferencias estadísticas entre tratamientos. En las plantas de trébol el tratamiento T5 (Fertilización) logró alcanzar un promedio en profundidad de 7,03 cm en comparación con el testigo absoluto con 5,88 cm, con 1,55 cm de mayor crecimiento en efecto un 17,8% de incremento en masa radicular. Para las plantas de llantén es el tratamiento T1 (Encalado) con un promedio de 8,10 cm en comparación con el testigo absoluto con 5,37, con 2,73 cm de mayor crecimiento en efecto un 40,5% de incremento en masa radicular. En las plantas de ray grass es el tratamiento T1 (Encalado) con un promedio de 9,73 cm diferenciándose del testigo absoluto que alcanzó 7,08 cm, con un crecimiento mayor de 2,65 cm en efecto un 31,5% de incremento en masa radicular. En relación a la idea anterior se pueden comparar los resultados con lo expuesto por Mena (2013) al evaluar la combinación de la fertilización química y orgánica en la producción de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con la variable longitud de raíz encontró que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos demostrando claramente que la fertilización con (químico + orgánico) alcanza una profundidad de raíz superior en el pasto kikuyo con un promedio de 0,98 cm mayor en comparación del tratamiento sin fertilización.

Dentro de la variable macollos por planta, para las plantas de llantén no se muestran diferencias estadísticas, pero numéricamente la mejor respuesta se observa para T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con un promedio de 33,75 macollos/planta, en comparación con el testigo absoluto con 24,75 macollos/planta, en suma 9 macollos más contabilizados, un 30,7% más de incremento macollos/planta. Para las plantas de ray grass no se observa diferencias estadísticas, el mejor promedio es para T5 (Fertilización) con 121, 5 macollos/planta, en comparación con el testigo con 97,25 macollos/planta, en suma 24,25 macollos más contabilizados, un 22,1% más de incremento en macollos/planta.

Los resultados expuestos difieren por lo mencionando por Aquino (2019) al medir la variable número de macollos por planta muestra que no existe diferencias estadísticas entre bloques, el área de investigación presentó condiciones homogéneas la mejor respuesta a su programa de fertilización lo expresa en el tratamiento T3 (estiércol de llama) con 36,03 macollos/planta con respecto al testigo que solo alcanza una media de 26 macollos por planta, el efecto de los abonos orgánicos (estiércol de llama, té de estiércol de llama y biol de bovino) sobre el número de macollos por planta fue positiva.

En la medición de la variable longitud de hoja en las plantas de ray grass no se encuentran diferencias estadísticas en las medidas de las dos hojas tomadas como referencia los mayores promedios los alcanzó el tratamiento T2 (Encalado + carboxílico 1%) la medida de la hoja 1 es de 29,5 cm en comparación con el testigo que es 26,7 con 2,8 cm de mayor longitud un incremento del 9,9%. Para las hojas de llantén es T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con 34,5 cm en comparación con el testigo con 29,5 cm con 5 cm de mayor longitud y un incremento del 15,6%. Los valores anteriores difieren de las investigaciones realizadas por (INIAP, 1980) y (Dimaté, 2016) quienes presentan valores con diferentes medidas en cuanto a longitud de hoja ya que sus medidas fueron realizadas en pasturas de ray grass puras sin el efecto de la mezcla forrajera y tecnologías de fertilización.

Dentro de la variable tiempo de aparición de una hoja nueva de ray grass no se muestran diferencias estadísticas el menor tiempo registrado lo tiene el tratamiento T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con 8 días contabilizados en comparación con el testigo absoluto que se contabilizaron 10 días hasta la nueva aparición de una hoja consecutiva con una diferencia de 2 días. (Colabelli et al., 1998) expone que la tasa de aparición de una hoja nueva tiene una estrecha relación con la temperatura diaria promedio de para la velocidad de aparición de hojas es de alrededor de 1 cada 11 días en raigrás perenne y 1 cada 23 días en festuca. (Hernández, Salto, y Vulliez, 2017) la tasa de aparición foliar ejerce diferencias significativas al ser sometidas a niveles de fertilización bajo una dosis de 60N tiene mayor impacto en la tasa de aparición foliar es (26%) mayor, aumentando la velocidad en que aparece una hoja con una tendencia cuadrática; sin embargo, no presenta diferencias significativas al aplicar una dosis de 120 N.

Para la variable altura de la mezcla forrajera se observan diferencias estadísticas el mayor promedio registrado es para el tratamiento T5 (Fertilización) con 46 cm en comparación con el testigo con 32,5 cm, con 13,5 cm de diferencia un incremento del 34,3%, los resultados se pueden comparar por lo expuesto por Sánchez (2023) que alcanzó un valor significativo en la variable altura de la mezcla forrajera sus valores oscilan un crecimiento de 2 a 4 cm de crecimiento por planta en aplicación de abono orgánico en la Producción y calidad nutricional de los forrajes.

La variable producción de biomasa en kg de la mezcla forrajera se observa diferencias estadísticas el mayor promedio en peso cosechado es para el tratamiento T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con 3,63 kg/muestra (36,300 kg/ha), en comparación con los 2,83 kg/muestra (28,000 kg/ha) del testigo absoluto y los 3,55 kg/muestra (35,500 kg/ha) del tratamiento T5 (Fertilización). Para Méndez (2014) en la producción de la mezcla forrajera con diferentes niveles de humos y una base estándar de nitrógeno presentó diferencias estadísticas significativas por efecto de la utilización de los niveles de humus más una base estándar de nitrógeno, siendo el mejor tratamiento la aplicación de 10 Tn/ha con una cosecha de 23,83 Tn/ha/corte y a menores niveles con el tratamiento control de 6 Tn/ha alcanzó 17 Tn/ha/corte. Concluyendo que la aplicación en combinación de fertilizantes sintéticos y orgánicos mejora la respuesta productiva de una pastura.

3.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.6.1. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el estudio podemos determinar las siguientes conclusiones:

- La investigación tuvo como finalidad la calibración de las concentraciones de ácidos carboxílicos aplicados a una mezcla forrajera basado en el principio de que los fertilizantes deben ser técnicamente comprobados.
- En las características agronómicas de la mezcla forrajera la aplicación de tratamientos nutricionales más la adición de ácidos carboxílicos pueden generar cambios beneficiosos en la producción y los rendimientos.

- Dentro de la variable producción de biomasa en kg de la mezcla forrajera se observa diferencias estadísticas el mayor promedio en peso cosechado es para el tratamiento T3 (Encalado + carboxílico 1,5%) con 3,63 kg (36,300 kg/ha)
- Dentro de los análisis de los costos de producción el tratamiento T3 (encalado + carboxílico 1,5%) alcanzó el kg de materia verde cosechada el valor de 0,13 centavos de dólar.

3.6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la adición de ácidos carboxílicos a la fertilización convencional de los pastos donde la composición botánica de la pastura sea una sola variedad y así facilitar medir la eficiencia de respuesta del compuesto.
- Se debe emplear ácidos carboxílicos en el manejo agronómico de los cultivos al ser obtenidos de las plantas su impacto contra el medio ambiente es favorable haciendo de las actividades agropecuarias más sostenibles dentro de nuestro ecosistema.

3.7 Cronograma de actividades

Actividades	2021						2022	
	Enero-Febrero	Marzo-Abril	Mayo-Junio	Julio-Agosto	Septiembre-Octubre	Noviembre_Diciembre	Septiembre-Octubre	Noviembre
Aprobación de perfil								
Selección de las dosis a emplearse								
Selección del área del tratamiento								
División y trazo del ensayo con sus parcelas experimentales								
Aplicación del fertilizante								
Levantamiento de las variables								
Toma de datos								
Análisis de resultados								
Redacción del informe final								
Presentación informe final								

Elaborado por: Almeida J. (2022)

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2X3 Empresas Jardinero. (01 de 03 de 2022). *2X3 Empresas Jardinero*. Obtenido de 2X3 Empresas Jardinero: <https://www.2x3.cl/pregunta/cuando-fertilizar-el-pasto-en-chile>
- Abascal, G. A. (2018). Efecto de los ácidos carboxílicos como acondicionador de suelo Promesol® 5X y bioestimulante radicular Nutrisorb® L y micorriza Mycoral R en el suelo y la variedad de frijol Amadeus 77. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras*. Obtenido de Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, honduras .
- Abi-Ghanem, C. L. (2017). El valor de las sustancias húmicas en el ciclo de vida del carbón de los cultivo. *HUMAGRO* .
- AEFA. (2021). Los ácidos húmicos en la agricultura . *AEFA*.
- AGRITOP. (2017). Húmicos, Fúlvicos, Carboxílicos . *AGRITOP*.
- al, D. e. (2005). Manejo de pasto . *Universidad Nacional Agraria de Nicaragua* .
- Aquino, G. C. (2019). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y valor nutritivo del pasto ballico italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) En la estación experimental choquenaira . *Universidad mayor de San Andrés-Bolivia* .
- Barbieri, I. D., & Dighiero, F. M. (2015). Programa Nacional de Carne y Lana INIA. *INIA* .
- Bavera, B. y. (2001). Fisiología de la planta pastoreada . *Sitio Argentino de Producción Animal* , 3.
- Borrelli, P., & Oliva, G. (2001). Evaluacion de pastizales. *INTA*, file:///C:/Users/admin/Downloads/script-tmp-capitulotme_6.pdf.
- Botero, J., & Botero, A. G. (2019). Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* .
- Busqué, & Herrero. (2014). Atributos funcionales de las plantas forrajeras y su implicación en el manejo de pasturas. *Universidad de Edinburgo*.
- Calvo, A. (2019). Ácidos húmicos: la clave para la mejora de tus suelos. *Agroptima*.
- Cansino, G. R. (2016). Uso de complejos orgánicos en la agricultura . *Intagri*. Obtenido de Intagri : <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/uso-de-complejos-organicos-en-la-agricultura>
- CARBOTECNIA. (2019). *CARBOTECNIA* . Obtenido de CARBOTECNIA : <https://www.carbotecnia.com/abonos-fertilizantes/bajo-peso->

- Filippi, R., & Garcia, C. C. (2021). Manual de cultivos suplementarios . *Universidad de la Frontera* .
- FONAG. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana . *FONAG*, http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf.
- Forratéc. (2013). Utilización de gramíneas forrajeras. *Forratéc* .
- Galindo, J., & Clavijo, J. (2007). Modelos alométricos para estimar el área de los folíolos de arveja (*Pisum sativum* L.). *CORPOICA*.
- Gamero, R. G. (2019). *AEFA* . Obtenido de Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aefa-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas>
- Gonzales, K. (2021). ¿Por qué el establecimiento de pasturas falla? *Zootecnia y veterinaria es mi pasión* .
- Guamán, O. J. (2020). Evaluación productiva de *Dactylis glomerata* (pasto azul) mediante la utilización de tres fuentes orgánicas en un sistema silvopastoril. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo* .
- Hernandez, Salto, & Vulliez. (2017). Respuesta de *Stipa Setígera* Presl. A la fertilización NP en caracteres morfogénicos y estructurales en el período invierno-primaveral. *Universidad de la Republica de Uruguay*.
- Herrero, & Busqué. (2014). Atributos funcionales de las plantas forrajeras y su implicación en el manejo de pasturas. *Universidad de Edinburgo*.
- IFA. (2018). ACERCA DE LOS FERTILIZANTES . *INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION* .
- INEC. (2018). Censo Nacional Agropecuario para el año 2018. *INEC*.
- INIA. (2020). Criterios para la toma de decisión de confección de reservas de gramíneas forrajeras . *INIA*.
- INIAP. (1980). Pichincha nueva variedad de Rye grass. *INIAP*.
- INTA. (2014). Nutrición Animal Aplicada . *INTA*.
- INTA. (2018). Evaluación de macollamiento por estolones en dos cultivares de Grama Rhodes. *INTA* .
- INTA. (2019). La competencia entre malezas y pasturas templadas . *INTA* .
- INTAGRI . (2017). Período Crítico de Competencia en los Cultivos. *INTAGRI* .
- INTAGRI. (2018). Valor Nutritivo de los Forrajes y su Relación con la Nutrición Proteica de Rumiantes. *INTAGRI* .
- Juan, E. (2012). Utilización de pasturas: Desmitificando la eficiencia de cosecha . *Sitio Argentino de Producción Animal*.

- Kalac Pavel, Samkova Eva. (2010). Los efectos de la alimentación con varios forrajes sobre la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche bovina. *Revista checa de ciencia animal*.
- Kalac, & Samkova. (2010). Los efectos de la alimentación con varios forrajes sobre la composición de ácidos grasos de la grasa de la leche bovina. *Revista checa de ciencia animal*.
- León, R., Bonificaz, N., & Guitiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador*. Quito: Universitaria Abya-Yala.
- Lindner, R. (1971). Análisis de los caracteres morfológicos en poblaciones de *Lolium multmorum* y *Lolium perenne*. *Sociedad española de pastos*.
- Manrique, D. L. (2018). Número de hojas verdes por macollo como criterio para determinar el momento óptimo de cosecha en pasturas de *Brachiaria decumbens* del piedemonte Araucano . *Universidad Nacional de Colombia*.
- Marchegiani, G. (1985). MORFOFISIOLOGÍA DE PLANTAS FORRAJERAS. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Marmolejo, V. H. (2016). Establecimiento y manejo de pasturas.
- Martínez, L. (2009). Compensación tamaño densidad de macollos en pasturas de *Chloris gayana* (Kunth) cv Finecut sometidas a diferentes regimenes de defoliación. *FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA*.
- Millapán, L. (2006). Estimación de biomasa aérea en pasturas templadas de sistemas lecheros pastoriles. *FAUBA*.
- Miranda Taymer, H. M. (2015). Principales limitantes y soluciones para la producción de alimentos: Contribución del Programa de Innovación en Matanzas, Cuba.
- Montoya, J., Berhongaray, G., & Romano, N. (2018). Manejo de malezas en pasturas perennes en base a leguminosas, con énfasis en el control de cardos. *INTA* .
- Olmos, L. (2020). Fertilización a base de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular en tomate. *Tecnología Hortícola* .
- Peralta, O. (2002). Recuperación de pasturas degradadas. *Sitio Argentino de producción animal*.
- Pezo, D., & García, F. (2018). Uso eficiente de fertilizantes en pasturas. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica*, https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf.

- Piña, L. (2001). Criterios para el manejo de la defoliación en sistemas a pastoreo directo. *Departamento de Producción Animal. Universidad de Chile.*
- Piñeiro, G., & Pinto, P. (2018). Muestreo de raíces – Método de planta entera. *Universidad de Buenos Aires.*
- Ramos, Y. D. (2022). Evaluación de la fertilización foliar orgánica de mantenimiento en la mezcla forrajera en la extación experimental TUNSHI. *Universidad Central del Ecuador .*
- Rigoberto, C. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias .*
- Royo, L. (2021). Nutricion, Pastos y forrajes . *SERIDA .*
- Salcedo, G. (2022). Utilización de pastos y forrajes. *Diario Digital AXÓN.*
- Sanchez, M. L. (2023). Efecto de la aplicación de abono orgánico en la producción y calidad nutricional del forraje del potrero La Quebrada de la Quinta Experimental Punzara-UNL. *Universidad Nacional de Loja.*
- Sepa, B. E. (2012). Rehabilitación de la pradera artificial con diferentes niveles de bioestimulante de base orgánica (Green fast). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo .*
- Tessi, T., Valdez, H., & Pérez, M. S. (2017). Estimación de área foliar a partir de mediciones lineales en gramíneas megatérmicas. *INTA .*
- Tierra, Desafío. (2021). Aspirina (ácido acetilsalicílico) al rescate de la naturaleza.
- Valle, & Almendarez. (2020). Efecto de la fertilización con Biol y sintética sobre la producción de materia seca y calidad del pasto (*Brachiaria brizantha*) cv. Marandú, ciclo II, finca El Plantel, Masaya 2018 . *Universidad Nacional Agraria Nicaragua .*
- Vargas, C. A. (2011). Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del *Lolium perenne* (RYE GRASS). *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo .*
- Viedma, A. (2021). Riego en praderas: Certezas para un escenario cambiante . *Consortio Lechero de Chile .*
- Wulf, M. (2021). Nueva publicación consorcio lechero. *Consortio Lechero de Chile.*
- Yara. (2022). Incrementar la calidad en praderas. *Yara.*
- YARA. (S.f.). Incrementar la calidad de las praderas. *Grassland.*

V. ANEXOS

Anexo 1. Costo de producción por hectárea

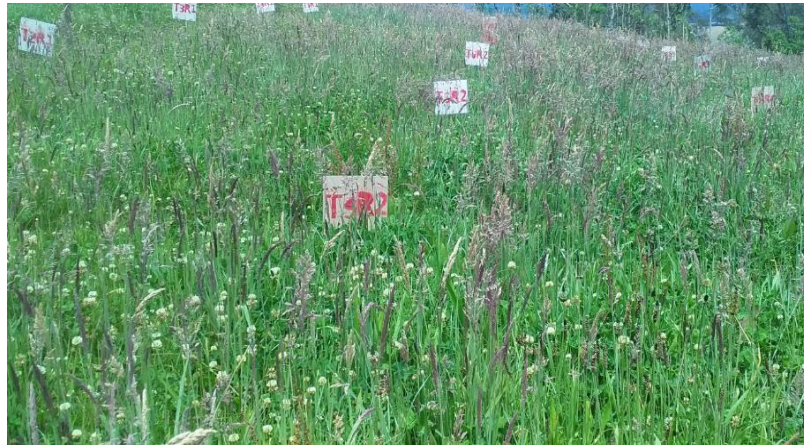
COSTO DE PRODUCCIÓN POR HA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	# DE UNIDADES	#VALOR	COSTO TOTAL
1. Preparación del terreno				
Arada	Tractor	1	40	40
Rastra	Tractor	2	40	80
2. Siembra				
Distribución de semilla	Jornal	2	12	24
Tapado	yunta	1	25	25
3. Labores culturales				
Fertilizaciones	Jornal	1	12	12
4. Insumos				
Ray – Grass	kg	20	6	120
Trébol blanco	kg	3	4	12
Llantén	kg	10	6	60
5. Fertilizantes				
Fertilizante 10-30-10	kg	100	1,08	108
cal	Ton	1	90	90
Ácidos carboxílicos	kg	2	6	12
6. Otros gastos				
Imprevistos	Unidad	1	50	50
			COSTO POR HA	633

Elaborado por: Almeida J. (2022)

Anexo 2. Composición botánica de la pastura



Anexo 3. Distribución del área experimental



Anexo 4. Medición de las variables



Anexo 5. Cosecha y pesado de la muestra

