



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**Efecto de la densidad de planta y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en  
el rendimiento forrajero**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**

**Autora**

**Kenia Luz Valverde Tenorio**

**Asesor**

**M(o). Rufino Maximo Maguiña Maza**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

  
**Rufino Maximo Maguiña Maza**  
Ingeniero Zootecnista  
DNU 351

**Huacho – Perú**

**2026**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad De Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias Y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

## INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Kenia Luz Valverde Tenorio	71532575	15/05/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o) Rufino Maximo Maguiña Maza	15733560	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7795-5727">https://orcid.org/0000-0001-7795-5727</a>
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Dr. Félix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7484-0449">https://orcid.org/0000-0001-7484-0449</a>
M(o) Gladys Vega Ventocilla	23014434	<a href="https://orcid.org/0000-0002-5009-2607">https://orcid.org/0000-0002-5009-2607</a>
Mg. Sc. Ángel Gerardo Vásquez Requena	46579737	<a href="https://orcid.org/0000-0001-7034-5133">https://orcid.org/0000-0001-7034-5133</a>

# Kenia Luz Valverde Tenorio Exp. 056129

## Efecto de la densidad de planta y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento forrajero

Quick Submit

Quick Submit

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental 2025

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3315809371

Fecha de entrega

18 ago 2025, 11:32 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

20 ago 2025, 3:29 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS\_Valverde\_Tenorio\_Kenia.pdf

Tamaño del archivo

1.9 MB

64 páginas

13.460 palabras

66.524 caracteres



Página 2 de 71 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3315809371

## 19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 19% Fuentes de Internet
- 5% Publicaciones
- 9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

El presente estudio de investigación, quiero dedicárselos a mis padres, que siempre estuvieron en todo momento conmigo, aconsejándome, acompañándome, apoyándome económica y emocionalmente, por ese esfuerzo que me brindaron para lograr una de mis metas que es ser profesional y a mi persona por darme cuenta de que si me lo propongo puedo lograrlo.

*Kenia Luz Valverde Tenorio*

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Rufino Maximo Maguiña Maza; por el apoyo académico y asesoramiento durante la elaboración, proceso, presentación y sustentación de mi tesis.

A mis docentes por brindarme el conocimiento académico para el desarrollar mi tesis.

A mis jurados evaluadores por sus sugerencias y recomendaciones y para el buen desarrollo de mi tesis.

A mis hermanas por los consejos, ánimos y motivación para seguir con mis proyectos hasta cumplirlas y nunca rendirme.

*Kenia Luz Valverde Tenorio*

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	5
<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUCCION</b> .....	14
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	15
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2 Formulación del problema .....	16
1.2.1 Problema general .....	16
1.2.2 Problemas específicos .....	16
1.3 Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	17
1.4 Justificación de la Investigación .....	17
1.5 Delimitación del estudio .....	18
1.6 Viabilidad del estudio .....	18
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	19

2.1.2	<i>Antecedentes nacionales</i> .....	19
2.2	Bases teóricas.....	20
2.2.1	<i>Descripción de Plantago lanceolata</i> .....	20
2.2.2	<i>Clasificación taxonómica de Plantago lanceolata</i> .....	20
2.2.3	<i>Producción de Plantago lanceolata en la producción animal</i> .....	21
2.2.3.1	Dosis de siembra .....	23
2.2.3.2	Densidad de plantas .....	24
2.2.3.3	Altura de planta.....	25
2.2.3.4	Rendimiento forrajero.....	26
2.2.4	<i>Persistencia forrajera</i> .....	27
2.3	Definiciones Conceptuales.....	27
2.4	Formulación de la hipótesis .....	28
2.4.1	<i>Hipótesis General</i> .....	28
2.4.2	<i>Hipótesis Específicos</i> .....	28
2.5	Operacionalización de las variables .....	29
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b> .....		30
3.1	Diseño Metodológico.....	30
3.1.1	<i>Ubicación</i> .....	30
3.1.2	<i>Características del área experimental</i> .....	31
3.1.3	<i>Diseño experimental</i> .....	33

3.1.5	<i>Variables para evaluar</i> .....	33
3.1.6	<i>Conducción del experimento</i> .....	34
3.2	Técnicas para el procesamiento de la información .....	36
3.3	Matriz de consistencia.....	36
CAPITULO IV. RESULTADOS .....		37
4.1	Altura de planta.....	37
4.2	Peso de planta .....	38
4.3	Número de hojas por planta .....	39
4.4	Rendimiento de materia verde .....	40
4.5	Rendimiento de materia seca .....	41
4.6	Población de plantas .....	42
CAPITULO V. DISCUSIÓN .....		44
	<b>5.1. Altura de planta</b> .....	44
	<b>5.2. Peso de planta</b> .....	44
	<b>5.3. Número de hojas</b> .....	44
	<b>5.4. Rendimiento de materia verde</b> .....	45
	<b>5.5. Rendimiento de materia seca</b> .....	45
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		48
6.1.	Conclusiones .....	48
6.2.	Recomendaciones .....	49
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		50
ANEXOS.....		55
	<b>Indicadores</b> .....	55

## INDICE DE TABLAS

1	Cultivares de llantén forrajero y su descripción	21
2	Operacionalización de las variables de estudio para cada planta forrajera	28
3	Características de la parcela experimental	30
4	Claves y tratamientos del estudio	31
5	Población media de plantas al momento del corte de uniformización del llantén forrajero	33
6	Dosis de siembra del llantén forrajero	34
7	Altura de planta del llantén forrajero	36
8	Peso de planta del llantén forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas	37
9	Número de hojas por planta en los diferentes cortes y densidades de plantas	38
10	Rendimiento forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas	39
11	Rendimiento de forraje en materia seca en los diferentes cortes y densidades de plantas	40
12	Población de plantas de achicoria forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas	42

## INDICE DE FIGURAS

1	Planta en campo con 5 cortes (A) y la partición de esta por brotes (B)	20
2	El llantén forrajero como pastura de monocultivo (A) y pastura asociada (B)	21
3	Presentación arquitectónica de la hoja de llantén. A) planta en baja densidad y B) hojas erguidas con alta población de plantas	25
4	Temperatura ambiental y humedad relativa del año 2023	29
5	Parcelas del Taller Experimental de Pastos y Forrajes	30
6	Diseño experimental de la parcela de estudio	31
7	Cambios en la población de plantas en los cinco cortes sucesivos y la línea de tendencia	41

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento forrajero. **Metodología:** Se evaluaron cuatro densidades (D) en cuatro cortes (C) sucesivos. Las variables de respuesta evaluadas fueron: altura de planta (AP), peso de la planta (PP), número de hojas (NH), rendimiento de materia verde (RMV), rendimiento de materia seca (RMS) y dinámica poblacional de plantas (DPP) en cada corte. Los datos obtenidos se analizaron utilizando el análisis de varianza de un diseño completamente al azar con arreglo de 4 x 4 (4D x 4C). **Resultados:** El C2 presentó mejores resultados ( $p < 0.01$ ) en la AP, PP y RMS, con promedios de 34.98 cm, 86.63 g y 5.82 t, respectivamente. El C2 y C3 obtuvo mejor respuesta ( $p < 0.01$ ) en el RMV, pero el C5 obtuvo mayor NH (83.41 hojas). La D1 logró el mayor el PP con 106 g. La D1 y D2 tuvo el mayor NH. Sobre la DPP, el C1 inició con alta población (75.4 plantas  $m^{-2}$ ), disminuyendo gradualmente con los cortes sucesivos, estimándose la relación  $DPP = 82.66 - 8.16(C)$  y la D4 mantuvo la mayor población de plantas hasta el C5. La población de plantas disminuyó con el número de corte. No hubo interacción entre factores. **Conclusión:** El rendimiento forrajero y la población de plantas disminuyen con los cortes sucesivos en todas las densidades.

Palabras clave: población de plantas, cosecha, producción forrajera, llantén.

## ABSTRACT

Objective: to evaluate the effect of plant density and number of cuttings of *Plantago lanceolata* L. on forage yield. Methodology: four densities (D) were evaluated in four successive cuts (C). The response variables evaluated were: plant height (PH), plant weight (WW), leaf number (LN), green matter yield (GMY), dry matter yield (DMY), and plant population dynamics (PPD) in each cut. The data obtained were analyzed using the analysis of variance of a completely randomized design with a 4 x 4 arrangement (4D x 4C). Results: C2 showed better results ( $p < 0.01$ ) in AP, PP and RMS, with averages of 34.98 cm, 86.63 g and 5.82 t, respectively. C2 and C3 had a better response ( $p < 0.01$ ) in RMV, but C5 had a higher NH (83.41 leaves). D1 reached the highest PP with 106 g. D1 and D2 had the highest NH. Regarding DPP, C1 started with a high population (75.4 plants  $m^{-2}$ ), which gradually decreased with successive cuts, estimating a DPP ratio of 82.66 – 8.16(C), and D4 maintained the highest plant population until C5. The plant population decreased with the number of cuts. No interaction between the factors was observed. Conclusion: forage yield and plant population decrease with successive cuttings at all densities.

Key words: plant population, harvest, forage production, plantain.

## INTRODUCCION

La actividad ganadera requiere disponer de forrajes de buena calidad que permitan mejorar la alimentación y productividad animal. En los últimos años, *Plantago lanceolata* L., conocido como llantén forrajero, ha sido considerado una alternativa importante debido a su capacidad de adaptación, rápido crecimiento y potencial productivo en diferentes condiciones climáticas.

Sin embargo, en el Perú existe poca información sobre el manejo agronómico de esta especie, especialmente en relación con la densidad de plantas y el efecto de los cortes sucesivos sobre el rendimiento forrajero. Estos factores pueden influir en variables como altura de planta, número de hojas, producción de materia verde y materia seca, así como en la persistencia del cultivo.

Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento forrajero, con la finalidad de generar información útil para el manejo y aprovechamiento de esta especie en la alimentación animal bajo las condiciones de la costa peruana. El estudio se realizó en el Taller Experimental de Pastos y Forrajes de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en el distrito de Huacho.

La tesis comprende de 6 capítulos según la estructura aprobada por la Universidad para la obtención del grado académico del título profesional.

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción de la realidad problemática

En la Región Lima de acuerdo con el INEI (1994) censo nacional agropecuario indica que existen 14713.81 ha de pastos cultivables, en las cuales comprenden 16915 unidades agropecuarias (UA), donde la alfalfa y gramalote son de mayor importancia y tienen mayor extensión agropecuaria; mientras que el pasto pangola y el pasto elefante son de menor importancia. La alfalfa es el pasto cultivable con mayor predominio en esta región, alcanzando así el mayor porcentaje de siembra en la provincia de Huaral.

El INEI (2012) hace referencia que 56 productores del distrito de Huacho, provincia de Huaura poseen menos de 5 has; el 54,4% de las UA cultivan maíz amarillo duro y el 36,8% como forraje para alimentación animal. Asimismo, según el Estado Peruano, 2022 a través de Agro Rural, en la campaña de siembra de pastos y forrajes 2021-2022 indican que se ha instalado 11340 kg de semillas de pastos cultivables; tales como cebada y semillas de pastos asociados (dactylis, rye grass inglés, rye grass italiano, trébol blanco y rojo) en 817 has en las provincias de Canta, Huarochirí, Cajatambo, Huaura, Yauyos, Huaral y Oyón. De acuerdo con la información que se ha recopilado, se puede observar que, en nuestra región se siembra solo especies forrajeros tradicionales o conocidos.

A nivel nacional, el INIA (2019) a través del Proyecto de Apoyo de Nueva Zelandia al Sector Lechero Peruano (PANZSLP) ingresó nuevas especies, entre ellas el “llantén forrajero” como una alternativa de incorporar hierbas en el piso forrajero del sector agropecuario principalmente para la alimentación de los animales, inconvenientemente sin mucha información disponible para la toma de decisiones en la gestión productiva en esta especie forrajera.

El llantén forrajero se puede sembrar como monocultivo o en mezclas con otras plantas forrajeras (Della Rosa et al., 2022), es una hierba forrajera “que tiene muy buenas características para producir tanto en verano como en invierno y a partir del cual se ha obtenido muy buena ganancia animal” (Paucar, 2010, pg. 4). Así mismo, es una especie perenne con amplia propagación en diversidad de suelos y climas (Bertolotti, 2010) y con buena capacidad de emergencia de plántulas en el establecimiento, crecimiento y buen rendimiento a la primera cosecha en el Valle de Huaral (M. Valladares, comunicación

personal, 25 de enero de 2023).

Teniendo información de la siembra y establecimiento en la zona costera, pero, habiendo desconocimiento de la producción a largo plazo en esta misma zona productiva y en aras de generar datos e información de la productividad del llantén forrajero, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de forraje, las cuales serán determinadas por efecto de los cortes sucesivos en diversas poblaciones de plantas que ayudará a la gestión productiva de forraje en el valle costero de Huaura.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L influirá en el rendimiento forrajero?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a. ¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en la altura de planta?
- b. ¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en el peso de planta?
- c. ¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en el número de hojas?
- d. ¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en el rendimiento de materia verde?
- e. ¿La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en el rendimiento de materia seca?
- f. ¿El número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influirá en la población de plantas por área?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento forrajero.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a. Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en la altura de planta.
- b. Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el peso de planta.
- c. Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el número de hojas.
- d. Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento de materia verde.
- e. Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en el rendimiento de materia seca.
- f. Evaluar el efecto de número de cortes de *Plantago lanceolata* L. en la población de plantas por área.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

#### **1.4.1 Relevancia Social**

El rendimiento forrajero beneficiará a muchos productores de la ganadería quienes obtendrán un buen manejo en la alimentación del animal, teniendo una rentabilidad económica positiva.

#### **1.4.2 Valor Teórico**

Se conocerá el efecto del número de cortes en las variables productivas del

*Plantago lanceolata* L. (llantén forrajero) en el valle de Huaura.

### **1.4.3 Utilidad práctica**

El ganadero dispondrá de una alternativa forrajera con informaciones precisas del número de cortes y con las variables productivas de la cosecha *Plantago lanceolata* L.

### **1.5 Delimitación del estudio**

El experimento se realizará en el Centro Experimental del Taller de Pastos y Forrajes, en la estación de verano y otoño entre los meses de febrero – septiembre del 2023.

### **1.6 Viabilidad del estudio**

La investigación será ejecutada con financiamiento del asesor y tesista. Así mismo, el asesor dispondrá de un campo experimental. Se contará con asesoría permanente de especialistas en el manejo de pastos y forrajes.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Paucar (2010) realizó un estudio en Chimborazo, Ecuador, en la evaluación y caracterización morfoagronómica del *Plantago lanceolata*, distribuidos en 8 unidades experimentales (UE), compartiendo 4 UE en la siembra en hileras y el resto en siembras al voleo, con una duración de 120 días. Las variables de estudio fueron, altura de planta, producción de forraje, producción en materia seca y el análisis nutricional. La altura de la planta en la prefloración, floración y post floración fueron de 29.83, 38.72, y 55,59 cm respectivamente. La producción de forraje verde en siembra con hileras fue de 29.77 t/ha/corte y en voleo fue de 32.27 t/ha/corte. La producción en base materia seca en hileras fue de 3.45 t/ha/corte y 3.13 en el sistema por voleo.

Hernández (2022) determinó el comportamiento agronómico, producción y nutricional del llantén, mediante dos tipos de fertilización (química y orgánica), distribuido en base a diseño experimental de bloques completos al azar, se evaluaron 8 variables entre ellas están: número de hojas por planta, longitud de hoja, días entre cortes, producción de forraje verde, producción de materia seca, contenido nutricional y costos. Resultando la producción de materia fresca y seca con 85 mil y 10 mil kg ha año con la fertilización química y 76 mil y 7 mil con la fertilización orgánica, respectivamente.

Altamirano (2012) evaluó diferentes densidades de siembra de *Plantago lanceolata* (0, 2, 3, 4 y 5 kg de semilla ha<sup>-1</sup>) asociada a una mezcla de especies (pasto azul, trébol blanco, trébol rojo, rye grass anual y rye grass perenne). Utilizaron 5 tratamientos con 4 repeticiones en una duración de 120 días. La producción de forraje verde presentó diferencias altamente significativas, es decir la mayor producción que se adquirió como resultado fue del tratamiento T4 de 5 kg de semilla con 20.63 t/ha/corte, y 9.09 t/ha/corte de materia seca, así mismo, determinó un promedio productivo de 7.37 t/ha/corte de materia seca.

#### 2.1.2 *Antecedentes nacionales*

El Programa Nacional de Investigación Agraria [PNIA] (2019) valida el desempeño de nuevas especies forrajeras provenientes de Nueva Zelanda, evaluaron el

rendimiento de biomasa forrajera y su adaptación a las condiciones de la andina de la Región Puno. Entre ellas evaluaron el llantén forrajero (*Plantago major*) con el cultivar de Tonic, obtuvieron alturas de planta por sobre 5 y 10 cm en 30 y 61 días de crecimiento, respectivamente y rendimiento promedio de 2.71 t ha<sup>-1</sup> de materia seca al primer año (en cuatro cortes).

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Descripción de *Plantago lanceolata*

El *Plantago lanceolata* pertenece al grupo familiar de las plantagináceas, ampliada, esta familia de plantas es muy cosmopolita, distribuidas mayormente en zonas templadas, con hábitats variados, las que incluyen a 90 géneros y aproximadamente 2000 especies, se caracterizan como plantas herbáceas anuales, bianuales o perennes, también se presentan de porte arbustivas y en menor presencia las arbóreas o trepadoras (Pérez-Calix, 2023; Stevens, 2001). El género plantago incluye alrededor de 200 especies, consideradas como hierbas con hojas concentradas en una o más rosetas basales (El medi natural del Bajés i del Moianès, sf.). Algunas son consideradas medicinales, *Plantago major* (Blanco et al., 2008).

El *Plantago lanceolata* es una planta herbácea, conocido como llantén menor. Etimológicamente, se describe en analogía, tanto parte basal (género) y distal de la hoja (segunda palabra de la especie), de forma plana y similar a la “planta de” pie y a la forma de punta de una “lanza”.

### 2.2.2 Clasificación taxonómica de *Plantago lanceolata*

Según la clasificación de Hernández (2022).

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Familia: Plantaginaceae

Género: *Plantago*

Especie: *Plantago lanceolata*

### 2.2.3 Producción de *Plantago lanceolata* en la producción animal

El *Plantago lanceolata* es una planta herbácea, perenne, acaule. Es una hierba pequeña con tallo robusta de tipo rizomático con muchos brotes (Figura 1B), hábito de crecimiento erguido (Figura 1A), alcanza alturas variables de 20 a 40 cm, con hojas simples lanceoladas, nervaduras paralelas de 3 a 7 vista por el envés, angostas de 3 cm, ovadas, algo dentadas en la base, de color verde claro. Al medio de la roseta emerge un pedúnculo alargado con una espiga de forma ovoide y compacta, flores de color verde claro con anteras (estambres) blancas. La cápsula del fruto es ovalada con una longitud de 2 mm. Las semillas son pequeñas, redondas y de color oscuro y con flores unisexuales, de tipo espigas de 6 - 25 cm de largo, de color verde pardillo (Gualinga, 2023; El medi natural del Bajes i del Moianès, sf.).

#### Figura 1

*Planta en campo con 5 cortes (A) y la partición de esta por brotes (B).*



El sistema radicular consta de una raíz principal con raíces secundarias fibrosas, poco profundas en pasturas de monocultivo (Figura 2A) en contraste con pasturas de policultivo (Figura 2B), que logran raíces más profundas (Stewart, 1996).

El *Plantago lanceolata* ha sido selecta como especie forrajera en la década de 1990 en Nueva Zelanda para climas templados, con características agronómicas con raíces profundas, plantas más uniformes, hojas altas, erectas y con más brotes por planta, conduciendo al desarrollo de “Grasslands Lancelot” como el primer cultivar de llantén forrajero (Laws & Genever, 2013), posteriormente la variedad comercial “Tonic” se

desempeña como el mejor potencial forrajero (Etcheverría y Torres, 2019). Diversos cultivares existen en la producción forrajera tal como se observa en la Tabla 1.

## Figura 2

*El llantén forrajero como pastura de monocultivo (A) y pastura asociada (B).*



**Tabla 1**

*Cultivares de llantén forrajero y su descripción*

<b>Cultivar</b>	<b>Descripción</b>
<b>Lancelot</b>	Cultivar que fue seleccionado de ecotipos locales en la Isla Norte de Nueva Zelanda por su hábito de crecimiento erecto y tupido y su buena tolerancia al pastoreo. Mejor capacidad de crecimiento en la estación fría
<b>Tonic</b>	Es un cultivar con crecimiento erecto, con buen crecimiento en estación fría, con hojas más grandes que Lancelot.
<b>Boston</b>	Es un cultivar perenne de Nueva Zelanda, con rápido establecimiento, raíces profundas, tolerante al calor y al frío, copa frondosa. Con floración tardía que Tonic. Tiene semillas pequeñas en comparación con las demás cultivares, conlleva menores dosis de siembra.
<b>Ceres tonic</b>	Cultivar que fue seleccionada en Nueva Zelanda a partir de plantas procedentes del norte de Portugal para su hábito de crecimiento erecto. En comparación con Lancelot tiene hojas más grandes, florece seis días antes (en condiciones de Nueva Zelanda) y tiene una mejor producción en las estaciones de otoño e invierno. Requiere pastoreo rotacional

*Nota.* Tomado de Muir (2012).

El llantén es compatible con otras especies de pasto y su integración en la dieta de las vacas lecheras puede ayudar a reducir las pérdidas de nitrógeno en sistemas al pastoreo (DairyNZ, 2024b). En la actualidad vienen estudiando la reducción de óxido nitroso en las pasturas monofíticas y polifíticas en base llantén forrajero, con resultados entre un 3 a 15% en Waikato y mayor en Southland entre 39 a 63% de reducción de emisiones de óxido nitroso, comparado a la especie de rye grass perenne. Se redujeron con el aumento del contenido de llantén en el suelo alofánico. Esto sugiere que el llantén puede tener un impacto positivo en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en ciertos tipos de suelo (DairyNZ, 2023).

El llantén forrajero es una planta precoz, con rápida emergencia que conlleva a un buen establecimiento, con limitada competencia con gramíneas precoces como pastura asociada y son tolerantes a la compactación del suelo y al pisoteo (Stewart, 1996). Además, puede establecerse en suelos poco fértiles con menos del 20% de la composición florística de la pastura (Charlton y Stewart, 1999). Son tolerantes a un rango más amplio de  $p^H$  (4,2 - 7,8) que la achicoria (Muir, 2012), pero 5,8 se considera óptimo (Laws & Genever, 2013) y responde mejor a la fertilización con productos nitrogenados y poca respuesta a la aplicación de fósforo o potasio en pastura monofítica (Stewart, 1996).

### **2.2.3.1 Dosis de siembra**

La dosis de siembra está relacionada con el tipo de pastura a establecer, como en cultivos monofíticos o puros se recomienda usar entre 8 a 10 kg ha<sup>-1</sup>, en cultivos asociados con gramíneas se siembra entre 2 a 3 kg ha<sup>-1</sup> y pasturas asociadas con leguminosas debe sembrarse entre 5 – 10 kg ha<sup>-1</sup> (Gualinga, 2023). En el Perú, casas comerciales de semillas forrajeras recomiendan usar entre 1 a 4 kg ha<sup>-1</sup> en pasturas asociadas, pero en siembras directas con pasturas establecidas en base alfalfa debe usarse entre 5 a 6 kg ha<sup>-1</sup> (AGRIPEC, 2024).

En praderas con plantas forrajeras asociadas, denominado como “multiespecies” o “polipastura” recomiendan establecer una dosis de acuerdo con la participación del número de especies forrajeras como rye gras, dactylis, alfalfa, trébol y achicoria forrajera.

Es importante considerar el sistema de siembra para establecer la dosis de semilla, para que las plantas puedan expresar su potencial forrajero, debe considerarse los distanciamientos entre ellas para el fácil crecimiento erecto y ser competitivo frente a las

malezas (Acosta, 1995). La siembra al voleo es un sistema tradicional que consiste en esparcir uniformemente las semillas en el área de cultivo para dar lugar a la competencia intraespecífica regulando la forma y tamaño de hojas en el crecimiento del llantén forrajero.

### **2.2.3.2 Densidad de plantas**

En principio, la cantidad de plantas por unidad área (plantas m<sup>-2</sup>) o la población de plantas hace referencia a la densidad de plantas. Es importante cuantificar esta variable para maximizar rendimientos, uso eficiente de semillas y recursos, ajustando a cada ambiente del cultivo (Andrade et al., 2023).

En la agricultura de precisión, refiere a la cantidad óptima de plantas que se deben sembrar en un área determinada para maximizar el rendimiento y la salud de las mismas. Esta práctica implica el uso de información recolectada para evaluar y ajustar la densidad de siembra en función de las condiciones específicas del terreno y de las necesidades de los cultivos, buscando una gestión más eficiente de los recursos.

La densidad de plantas influye en la competencia intraespecífica por recursos como luz, agua y nutrientes (Wells, 1993, citado en Benavides, 2016). A medida que aumenta la densidad de siembra, las plantas compiten más intensamente por estos recursos, lo que puede afectar su crecimiento y desarrollo. Estudios muestran que, a mayor densidad, hay una mayor competencia que puede resultar en un inadecuado crecimiento y otros efectos negativos en el rendimiento de las plantas por la limitación recursos esenciales (Rojas et al., 2007; García-López y Hernández, 2023).

La competencia intraespecífica es cuando las plantas de la misma especie compiten por recursos limitados, como CO<sub>2</sub>, la luz, agua y los nutrientes (Quevedo et al., 2015). Esta competencia puede ocurrir en el espacio y el tiempo, y puede ser más fuerte que la competencia interespecífica, que es cuando compiten plantas de diferentes especies.

La competencia entre plantas puede repercutir en la:

Mortalidad dependiente de la densidad. – Esta sucede cuando las plantas compiten por los recursos, algunas pueden morir debido a una mortalidad dependiente de la densidad (Brenes-Arguedas, 2012). Esto sucede cuando la densidad de plantas en un área es tan

alta que no es posible que todas las plantas sobrevivan.

Supervivencia de las plantas. - En las poblaciones de plantas con alta densidad, es posible que sobrevivan menos plantas, especialmente si las condiciones son ricas en nutrientes. Por otro lado, la competencia por la luz es compleja, porque se suministra de diferentes maneras, ya sea de forma direccional, difusa o con distintas longitudes de onda. Las plantas no pueden aumentar su propio suministro de luz, pero pueden competir por ella.

Crecimiento reducido de las plantas. – Ocurre cuando las plantas compiten por los recursos, la biomasa promedio de sus brotes y raíces puede disminuir. Esto puede hacer que las plantas sean más susceptibles a perturbaciones como la sequía, ya que tendrán más dificultades para absorber agua.

Específicamente, en el llantén forrajero, la densidad poblacional de plantas se redujo en el tiempo, con mayor afectación entre el invierno y primavera (con 38.50 % menos de población) en un cultivo en Montevideo – Uruguay (Ayala et al., 2011a). En similar estudio con densidades de siembra de 5 kg ha<sup>-1</sup> (peso de 1000 semillas de 2,07 g) con un rango potencial de 190 a 200 plantas m<sup>-2</sup> de una pastura de monocultivo, terminó al final del segundo año con 64 plantas m<sup>-2</sup>.

El cultivo de llantén forrajero debe lograr una densidad aproximada de 180 plantas m<sup>-2</sup> en el establecimiento de la pastura para manejar la correcta cosecha a los 25 cm de altura de planta (DairyNZ, 2024a).

### **2.2.3.3 Altura de planta**

El llantén, al ser una planta acaule (Figura 1A), la altura de la planta se mide desde la base hasta la punta de la hoja en forma extendida (Lee et al., 2015).

La longitud de la planta de llantén forrajero debe estar alrededor de 25 cm a través de pastoreo muy frecuente, asegurando una mayor longevidad productiva. Generalmente, se estima en un rango de 4 a 6 semanas de rebrote. En cultivos monofíticos, la gestión de pastoreo implica manejar alturas entre 25 a 35 cm al momento de la defoliación (DairyNZ, 2024b).

La densidad de plantas o el distanciamiento entre plantas modificarán su morfología vegetativa (Figura 3), principalmente en el crecimiento y dimensiones de las

hojas del llantén. A menor densidad las hojas tienden a ensanchar las hojas, en contraste con la mayor densidad, las hojas se angostan y se alargan con un hábito de crecimiento más erguido.

Paucar (2010) encontró altura de planta de 30, 39 y 55 cm en los estados de desarrollo de prefloración, floración y post floración de llantén cultivados en el Cantón de Colta en Ecuador.

### Figura 3

*Presentación arquitectónica de la hoja de llantén. A) planta en baja densidad y B) hojas erguidas con alta población de plantas.*



#### 2.2.3.4 Rendimiento forrajero

El llantén forrajero es parte importante de la biomasa producida en el periodo estival con abundantes rendimientos y de buena calidad (Reichert, 2016). Rendimientos forrajeros de 2.40 t MS ha<sup>-1</sup> al inicio de la producción fue reportado como forraje disponible y en las siguientes cosechas fue en promedio de 1.80 t MS ha<sup>-1</sup> (Ayala, 2011).

En pasturas asociadas, los rendimientos alcanzados en base a una correcta cosecha de 25 cm de altura de planta logran una producción de 2.30 a 3.30 t MS ha<sup>-1</sup> con densidades de 80 a 180 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente (DairyNZ, 2024a).

Rendimientos forrajeros entre variedades de llantén fueron evaluados por Stewart (1996) con uso correcto de fertilizante nitrogenado, es posible alcanzar rendimientos de hasta 18 toneladas de materia seca por hectárea al año. Estos resultados se obtienen con cultivares seleccionados específicamente por su hábito de crecimiento y por presentar

hojas de mayor tamaño, como el cultivar Tonic. Este cultivar, además, se distingue por mantener cierto crecimiento durante el período invernal, a diferencia de otros cultivares, como Lancelot, que no exhiben esta característica.

#### 2.2.4 *Persistencia forrajera*

Respecto a la persistencia forrajera del llantén forrajero no hay mucha información, pero Muir, menciona:

Haber pocos estudios han reportado contribuciones de llantén forrajero en praderas mixtas que son mayores al 15%, 4-5 años después del establecimiento. Las plantas se pierden de la pradera por la competencia de otras especies, el pastoreo y los daños. Las rotaciones de pastoreo cortas y el pastoreo intenso, junto con la compactación del suelo de la pastura en clima húmedo, hacen que las poblaciones de plantas se reduzcan. Si bien el llantén forrajero parece tolerante al pastoreo duro, se debe permitir que se recupere entre 6-7 hojas o 25-30 cm de altura, lo que permite reponer las reservas críticas de raíces. (Muir, Dic 2012)

El llantén de la variedad Tonic logra una persistencia durante 2-5 años. Pero, con el tiempo y temporadas de crecimiento el número de plantas disminuye, tasa de disminución dependerá del control de malezas, la aplicación oportuna de fertilizantes nitrogenados y el plan de manejo que se implemente. Recomiendan resiembras anuales para manejar la población adecuada de plantas en la pastura (Semagro, s.f.)

Los principios clave de manejo para la longevidad y el rendimiento de un cultivo para fines especiales incluyen: manejo del sobrepastoreo y daños por pisada, pastoreo frecuente a 25 cm de altura, altura residual y primer pastoreo no antes de la etapa de seis hojas.

### 2.3 **Definiciones Conceptuales**

**Asociación de plantas:** Es una mezcla de gramíneas y leguminosas que pueden ser de dos o más cultivos que se encuentran sembrados o plantados de forma intercalada en una misma superficie, los pastos asociados aportan proteínas y energías para proporcionar un alimento balanceado para la alimentación de los animales como cuyes, vacunos, caprinos,

etc.

**Densidades de plantas:** Es la cantidad de plantas establecidas en el terreno de cultivo, siendo consideradas como número de plantas por área ( $N^{\circ} m^{-2}$ ).

**Monocultivo:** Son pasturas establecidas con una sola especie de planta forrajera.

**Pasturas:** Son biomásas forrajeras donde se pastorea al ganado, puede ser natural o establecidos.

**Pastos cultivables:** son los pastos sembrados que rebrotan después de haber sido cortado o usados para el pastoreo.

**Perenne:** son plantas forrajeras que tienen campañas longevas de producción, su periodo de vida vegetativo es muy largo; en la cual, una vez establecida, puede realizarse cortes sucesivos hasta su renovación.

**Plántulas:** son denominados los primeros estadios desde germina hasta que se desarrolla sus primeras hojas verdaderas.

## 2.4 Formulación de la hipótesis

### 2.4.1 *Hipótesis General*

Hi: La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye en el rendimiento forrajero.

### 2.4.2 *Hipótesis Específicos*

- a. Hi1: La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye en la altura de planta.
- b. Hi2: La densidad de plantas y el número de cortes *Plantago lanceolata* L. influye en el peso de planta.
- c. Hi3: La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye en el número de hojas.
- d. Hi4: La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye

en el rendimiento de materia verde

- e. Hi5: La densidad de plantas y el número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye en el rendimiento de materia seca
- f. Hi6: El número de cortes de *Plantago lanceolata* L. influye en la población de plantas por área.

## 2.5 Operacionalización de las variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de las variables de estudio para cada planta forrajera*

Variable	Función	Definición	Dimensión	Indicador
		<b>Conceptual</b>		
X1: Densidad de planta	Independiente	Cantidad de plantas por unidad de área de terreno.	Números de plantas en un metro cuadrado.	Nº
X2: Número de corte		Se refiere al número de cosecha sucesiva durante la longevidad productiva de la pastura.	Números de cortes.	Nº
Y1: Rendimiento forrajero	Dependiente	Se refiere a las características productivas de forraje.	Altura de planta	cm
			Peso de planta	kg m <sup>-2</sup>
			Nº de hojas	Nº
			Rendimiento de MV	t ha <sup>-1</sup>
			Rendimiento de MS	t ha <sup>-1</sup>
		Nº de plantas	Nº m <sup>-2</sup>	

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño Metodológico

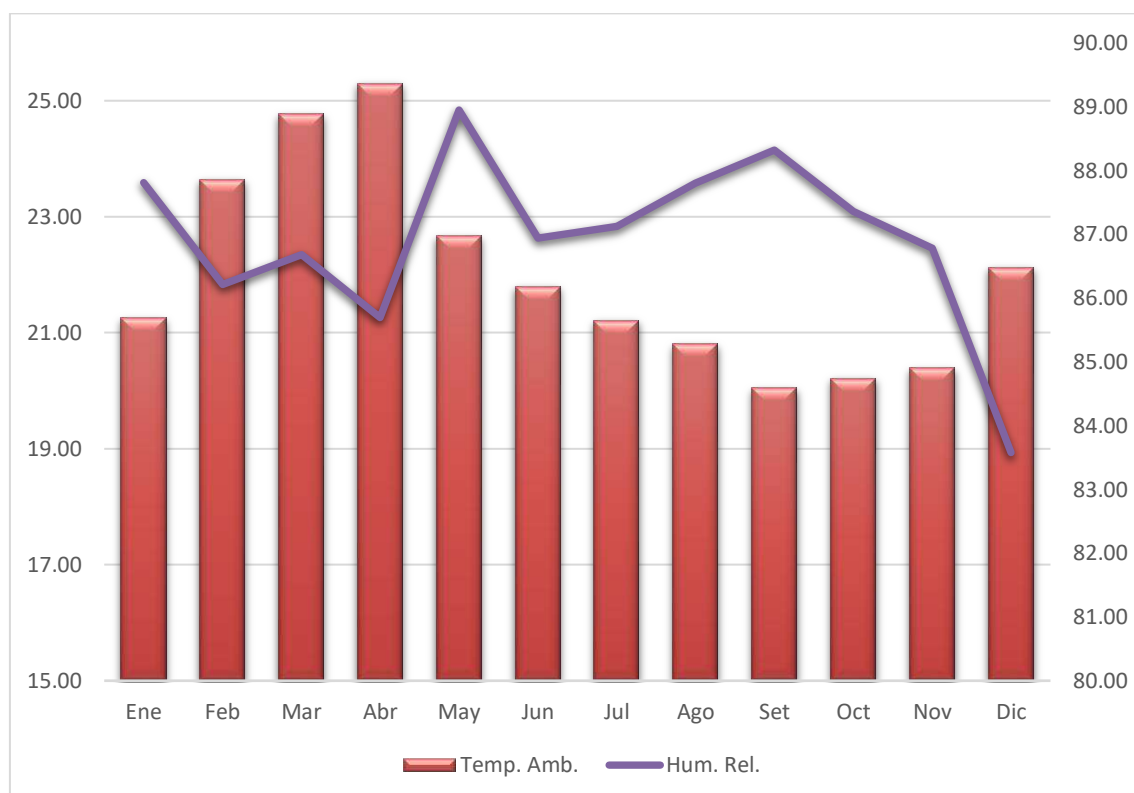
#### 3.1.1 Ubicación

El estudio se realizó en el Taller Experimental de Pastos y Forrajes de la UNJFSC, distrito de Huacho, provincia de Huaura. Con las siguientes coordenadas: latitud de 11°07'19.8"S y longitud de 77°36'07.6"W con características climáticas como una temperatura máxima de 29.30 °C y una mínima de 16.6 °C, una humedad relativa de 86.94 %, y una precipitación de 2.4 mm anual.

El suelo de la parcela experimental tuvo una textura franco arenoso, con p<sup>H</sup> fuertemente alcalino (8.5), con 2.05% de MO, 42 ppm de fósforo y 135 ppm de potasio.

**Figura 4**

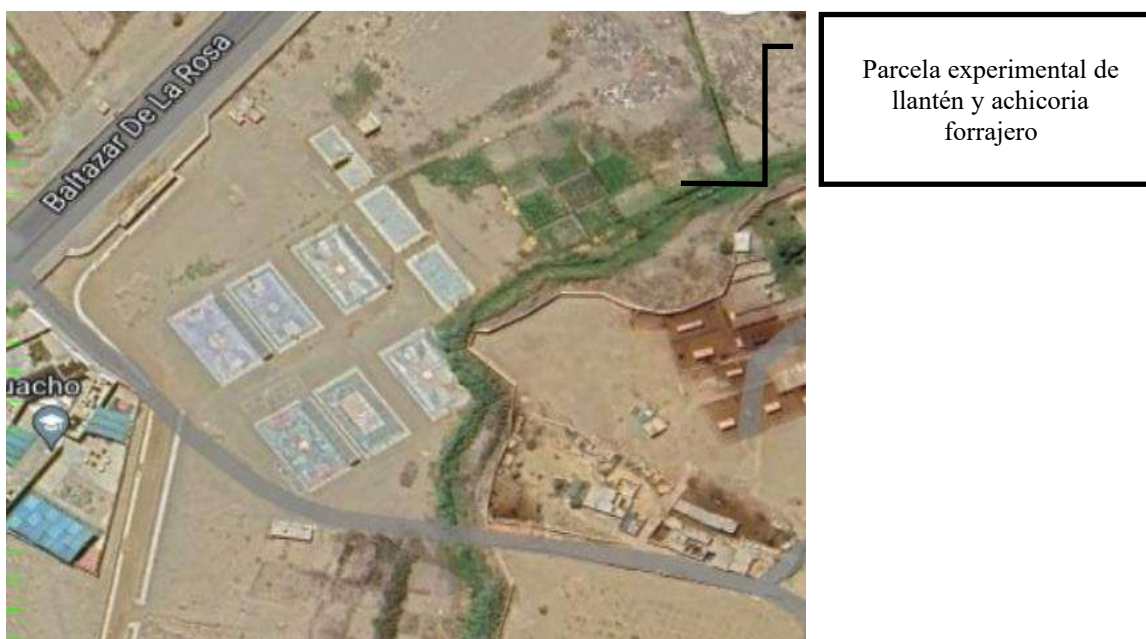
*Temperatura ambiental y humedad relativa del año 2023*



**Nota:** Tomado de la Estación Meteorológica UNJFSC-Huacho, SENAMHI.

## Figura 5

### *Parcelas del Taller Experimental de Pastos y Forrajes*



Nota: Tomado de Google Maps

### **3.1.2 Características del área experimental**

La parcela experimental de llantén forrajero tuvo la superficie de  $82.5 \text{ m}^2$  ( $16.50 \text{ m}$  largo x  $5.00 \text{ m}$  ancho), y las medidas de cada tratamiento experimental fueron de  $3.50 \text{ m}^2$  ( $3.50 \text{ m}$  de ancho x  $1.00 \text{ m}$  de largo), las cuales tuvieron pasadizos de  $0.50 \text{ m}$  por cada lado del cuadrante de estudio.

**Tabla 3**

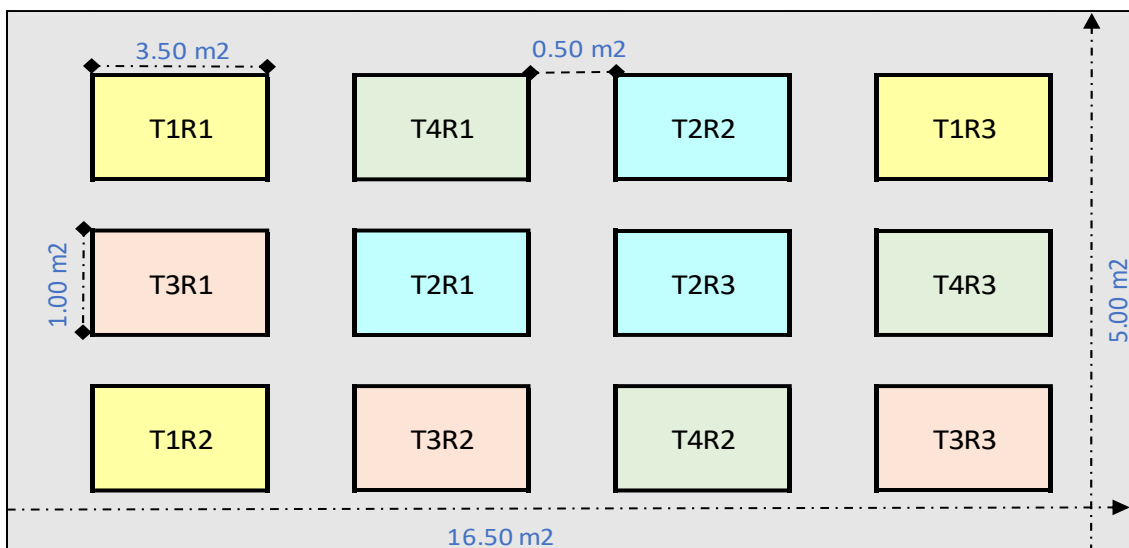
*Características de la parcela experimental*

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	12
Área total del experimento, $\text{m}^2$	82.50

## Croquis del experimento

Figura 6

Diseño experimental de la parcela de estudio.



Fuente: Elaboración propia

## Tratamientos

Los tratamientos fueron establecidos con las diferentes densidades de plantas, evaluados en cuatro cortes sucesivas (segundo, tercer, cuarto y quinto), después del corte de uniformización (primer corte).

Tabla 4

Claves y tratamientos del estudio

Tratamiento	Densidad de plantas, m <sup>2</sup>	Nº de corte
T1	50	2
T2	50	3
T3	50	4
T4	50	5
T5	75	2
T6	75	3
T7	75	4
T8	75	5
T9	100	2
T10	100	3
T11	100	4
T12	100	5
T13	125	2
T14	125	3
T15	125	4
T16	125	5

### 3.1.3 *Diseño experimental*

De acuerdo con el montaje del experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 4x4. Los tratamientos consistieron en cuatro (A) densidades de plantas (50, 75, 100 y 125 plantas m<sup>-2</sup>) y cuatro (B) cortes (2, 3, 4 y 5), haciendo un total de 16 tratamientos, replicados (R) en tres veces cada densidad de planta, para un total de 12 parcelas experimentales (4A x 3R). El experimento desarrollado fue de tipo de enfoque cuantitativo y tipo de estudio explicativo. El modelo de un arreglo factorial es:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- $y_{ijk}$  = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición del K-ésima.
- $\mu$  = Media general.
- $A_i$  = Efecto del i-ésimo nivel de factor A.
- $B_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de factor B
- $AB_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de factor A y efecto de la interacción del j-ésimo nivel de factor B en su repetición k.
- $\varepsilon_{ijk}$  = Error del modelo.

### 3.1.5 *Variables para evaluar*

#### **Variables independientes**

**Número de corte:** se consideró el número de cosecha de forraje después del primer corte de uniformización (10 de febrero de 2023). Los números de cortes de la planta en mención corresponden al segundo (9 de marzo), tercero (18 de abril), cuarto (26 de junio) y quinto (10 de agosto) corte en campañas sucesivas de producción.

**Densidad de plantas:** se tomó lectura de la cantidad de plantas que se localiza dentro del marco muestral (50 x 50 cm) en cada parcela experimental.

#### **Variables dependientes**

**Altura de planta:** se midió con una regla milimétrica desde el nivel del piso hasta la punta de la hoja madura en el estado de desarrollo vegetativo previo al corte (5 medidas por repetición). Se consideró cosechar aproximadamente a los 30.00 ±5.00 cm de altura

de hoja extendida (DairyNZ, 2024b).

**Peso de planta:** se realizó el corte al azar de 5 muestras por cada parcela experimental con el cuadrante de muestreo de 50 cm x 50 cm, con un residuo entre 5 a 10 cm (Lee y Minneé, 2012). Inmediatamente se pesó cada muestra tomada con una balanza de precisión de 0.01 kg.

**Número de hojas:** se realizó el conteo de número de hojas que dispone cada planta seleccionada al azar dentro cada marco de muestreo.

**Rendimiento de materia verde:** con los datos de peso de planta de forraje fresco se determinó el rendimiento por hectárea.

**Rendimiento materia seca:** con los datos determinados de materia seca (porcentaje) se calculó el rendimiento en base seco. Para ello se utilizó una estufa Ecocell.

**Población de plantas:** se tomó lectura de la cantidad de plantas existentes al final de la primera cosecha. En la Tabla 5 se observa la densidad de plantas logradas en el establecimiento de la pastura.

### Tabla 5

*Población media de plantas al momento del corte de uniformización de llantén forrajero.*

Tratamiento	Densidad de plantas, N° m <sup>-2</sup>
T1	44.53
T2	69.87
T3	82.93
T4	104.27

#### 3.1.6 *Conducción del experimento*

##### **Elección del terreno**

Se eligió el terreno de cultivo para la investigación con condiciones de uniformidad con disponibilidad de agua.

## Preparación del terreno

Se procedió a realizar el riego machaco, posterior a esto, se realizó el volteo de terreno con lampas, para remover el terreno y quitar las malezas que se encuentran dentro del área, para finalizar se realizó las mediciones del terreno para la distribución de las respectivas divisiones de 12 parcelas (3.50 m largo x 1.00 m de ancho) y pasadizos de 0.50 m de ancho.

## Siembra

La parcela experimental se estableció a fines de setiembre del 2022. La siembra se realizó después de formar las camas, el método de siembra fue al voleo, en la cual cada parcela fue distribuida al azar por las distintas densidades en cada parcela experimental. La cantidad en peso por hectárea y en número de semillas por cada tratamiento se muestra en la Tabla 6. El promedio de emergencia de plántulas alcanzó aproximadamente 24.00 % de la semilla sembrada.

**Tabla 6**

*Dosis de siembra de llantén forrajero*

Tratamiento	Dosis de siembra, kg ha <sup>-1</sup>	Dosis de siembra, semillas m <sup>-2</sup>
T1	2.40	145
T2	4.80	290
T3	7.20	435
T4	9.60	580

## Riego

El riego se realizó por inundación en una frecuencia de 7 a 15 días, según el tiempo, siendo muy frecuentes en la segunda campaña, hasta ampliar a la quinta campaña (otoño e invierno).

## **Fertilización**

Se aplicó manualmente 80 kg ha<sup>-1</sup> de N P K (46-0-0) un mes antes del corte de uniformización. Adicionalmente, se incorporó 40 kg ha<sup>-1</sup> de N P K (20-20-20) a los 20 días del rebrote en la tercera temporada de la producción.

## **Control de malezas:**

Se realizó el control de malezas evitando la competencia de agua, luz, nutrientes y espacio físico con las plantas forrajeras, ya que pueden afectar durante el crecimiento, disminuyendo el rendimiento. Se realizó el deshierbo de manera manual, utilizando el “cuchillo raspador”, que cumple la función de cortar desde el cuello o incluso desde la raíz de las malezas de este modo evitar la propagación.

## **Control de plagas y enfermedades.**

Se observó la presencia de *trips*, una plaga que afecta el brote y crecimiento vegetativo de la planta, principalmente con malas formaciones de las hojas. Se controló aplicando chlorpyrifos + cipermetrina a una dosis de 180 ml ha<sup>-1</sup> (1.485 ml por parcela). Además, se encontró *Sclerotium* en el cuello y raíz de la planta, a causa de la excesiva humedad, estos hongos producen esclerosis con posterior muerte de la planta. Se utilizó metalaxyl a una dosis de 200g ha<sup>-1</sup> (1.65 g por parcela).

## **3.2 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis factorial (4 x 4), para el cual se registró y clasificó los datos en una hoja de cálculo, se analizó los datos bajo un enfoque paramétrico (cumpliendo con las pruebas respectivas) utilizando el análisis de variancia (ANVA) de un diseño completo al azar (DCA) y las diferencias entre promedios se evaluaron mediante la prueba de medias de Tukey, utilizando el programa estadístico Minitab v. 18.

## **3.3 Matriz de consistencia**

En Anexo 1.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Altura de planta

En la Tabla 7 se observa la altura de planta. Se puede apreciar en el primer factor, la altura de planta fueron diferentes entre el número de corte ( $p < 0,01$ ) y en el segundo factor fueron similares y sin ninguna interacción entre los factores ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 7**

*Altura de planta de llantén forrajero.*

Factores	Altura de planta, cm
Número de corte	
C2	$34.98 \pm 0.975$ <sup>a</sup>
C3	$32.53 \pm 0.975$ <sup>ab</sup>
C4	$30.00 \pm 0.975$ <sup>b</sup>
C5	$22.67 \pm 0.975$ <sup>c</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Densidad de plantas	
D1	$28.83 \pm 0.975$
D2	$30.61 \pm 0.975$
D3	$30.94 \pm 0.975$
D4	$29.80 \pm 0.975$
<i>p - valor</i>	<i>0,436</i>
Interacción entre corte y densidad	
C2 x D1	$32.93 \pm 1.95$
C2 x D2	$35.87 \pm 1.95$
C2 x D3	$36.67 \pm 1.95$
C2 x D4	$34.47 \pm 1.95$
C3 x D1	$30.33 \pm 1.95$
C3 x D2	$34.20 \pm 1.95$
C3 x D3	$33.07 \pm 1.95$
C3 x D4	$32.53 \pm 1.95$
C4 x D1	$28.53 \pm 1.95$
C4 x D2	$30.40 \pm 1.95$
C4 x D3	$32.20 \pm 1.95$
C4 x D4	$28.87 \pm 1.95$
C5 x D1	$23.52 \pm 1.95$
C5 x D2	$21.98 \pm 1.95$
C5 x D3	$21.83 \pm 1.95$
C5 x D4	$23.33 \pm 1.95$
<i>p - valor</i>	<i>0,883</i>

*Nota:* <sup>a,b,c</sup> Letras distintas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

## 4.2 Peso de planta

En la Tabla 8 se observa el peso de planta, analizadas con los factores de número de corte y densidad de plantas del cultivo de llantén forrajero. Se puede apreciar que, en el primer y segundo factor se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), no se destacaron interacciones entre los factores ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 8**

*Peso de planta de llantén forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas.*

<b>Factores</b>	<b>Peso de planta, g</b>
Número de corte	
C2	86.63 ± 6.89 <sup>a</sup>
C3	75.88 ± 6.89 <sup>ab</sup>
C4	52.02 ± 6.89 <sup>b</sup>
C5	70.17 ± 6.89 <sup>ab</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,010</i>
Densidad de plantas	
D1	106.64 ± 6.89 <sup>a</sup>
D2	64.87 ± 6.89 <sup>b</sup>
D3	65.15 ± 6.89 <sup>b</sup>
D4	48.04 ± 6.89 <sup>b</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Interacción entre corte y densidad	
C2 x D1	129.30 ± 13.8
C2 x D2	77.80 ± 13.8
C2 x D3	83.80 ± 13.8
C2 x D4	55.60 ± 13.8
C3 x D1	113.40 ± 13.8
C3 x D2	76.80 ± 13.8
C3 x D3	70.40 ± 13.8
C3 x D4	42.80 ± 13.8
C4 x D1	78.20 ± 13.8
C4 x D2	44.90 ± 13.8
C4 x D3	49.40 ± 13.8
C4 x D4	35.60 ± 13.8
C5 x D1	105.70 ± 13.8
C5 x D2	60.00 ± 13.8
C5 x D3	56.90 ± 13.8
C5 x D4	58.10 ± 13.8
<i>p - valor</i>	<i>0,944</i>

*Nota:* <sup>a,b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 Número de hojas por planta

En la Tabla 9 se observa la cantidad de hojas por planta, analizadas con los factores de número de corte y densidad de plantas del cultivo de llantén forrajero. Se puede apreciar que, en el primer y segundo factor se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), sin ninguna interacción entre los factores ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 9**

*Número de hojas por planta en los diferentes cortes y densidades de plantas.*

<b>Factores</b>	<b>Número de hojas</b>
Número de corte	
C2	53.23 ± 4.37 <sup>b</sup>
C3	53.18 ± 4.37 <sup>b</sup>
C4	44.54 ± 4.37 <sup>b</sup>
C5	83.41 ± 4.37 <sup>a</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Densidad de plantas	
D1	70.53 ± 4.37 <sup>a</sup>
D2	63.39 ± 4.37 <sup>a</sup>
D3	45.45 ± 4.37 <sup>ab</sup>
D4	54.99 ± 4.37 <sup>b</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,002</i>
Interacción entre densidad y cosecha	
C2 x D1	55.68 ± 8.74
C2 x D2	60.57 ± 8.74
C2 x D3	38.16 ± 8.74
C2 x D4	58.49 ± 8.74
C3 x D1	53.04 ± 8.74
C3 x D2	60.44 ± 8.74
C3 x D3	40.69 ± 8.74
C3 x D4	58.53 ± 8.74
C4 x D1	68.66 ± 8.74
C4 x D2	34.77 ± 8.74
C4 x D3	37.85 ± 8.74
C4 x D4	36.89 ± 8.74
C5 x D1	104.75 ± 8.74
C5 x D2	97.77 ± 8.74
C5 x D3	65.10 ± 8.74
C5 x D4	66.04 ± 8.74
<i>p - valor</i>	<i>0,111</i>

*Nota:* <sup>a,b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4 Rendimiento de materia verde

En la Tabla 10 se observa el rendimiento de materia verde, analizadas con los factores de número de corte y densidad de plantas. Se puede apreciar que, en el número de corte se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ). Pero, la densidad de plantas no influyó en el rendimiento y sin ninguna interacción entre los factores ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 10**

*Rendimiento forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas.*

<b>Factores</b>	<b>Rendimiento de materia verde, t/ha</b>
Número de corte	
C2	41.55 ± 1.79 <sup>a</sup>
C3	37.20 ± 1.79 <sup>a</sup>
C4	21.52 ± 1.79 <sup>b</sup>
C5	22.37 ± 1.79 <sup>b</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Densidad de plantas	
D1	28.45 ± 1.79
D2	32.56 ± 1.79
D3	30.62 ± 1.79
D4	31.00 ± 1.79
<i>p - valor</i>	<i>0,456</i>
Interacción entre densidad y cosecha	
C2 x D1	41.41 ± 3.59
C2 x D2	44.35 ± 3.59
C2 x D3	41.55 ± 3.59
C2 x D4	38.89 ± 3.59
C3 x D1	32.54 ± 3.59
C3 x D2	39.30 ± 3.59
C3 x D3	41.27 ± 3.59
C3 x D4	35.69 ± 3.59
C4 x D1	21.56 ± 3.59
C4 x D2	22.32 ± 3.59
C4 x D3	20.33 ± 3.59
C4 x D4	21.85 ± 3.59
C5 x D1	18.29 ± 3.59
C5 x D2	24.28 ± 3.59
C5 x D3	19.33 ± 3.59
C5 x D4	27.57 ± 3.59
<i>p - valor</i>	<i>0,681</i>

*Nota:* <sup>a,b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

#### 4.5 Rendimiento de materia seca

En la Tabla 11 se observa el rendimiento de materia seca, analizadas con los factores de número de corte y densidad de plantas. Se puede apreciar que, en el número de corte se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ). Pero, la densidad de plantas y la interacción entre los factores no afectaron el rendimiento ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 11**

*Rendimiento de forraje en materia seca en los diferentes cortes y densidades de plantas.*

<b>Factores</b>	<b>Rendimiento de materia seca, t/ha</b>
Número de corte	
C2	5.82 ± 0.246 <sup>a</sup>
C3	4.84 ± 0.246 <sup>b</sup>
C4	3.80 ± 0.246 <sup>c</sup>
C5	3.21 ± 0.246 <sup>c</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Densidad de plantas	
D1	3.85 ± 246
D2	4.40 ± 246
D3	4.17 ± 246
D4	4.24 ± 246
<i>p - valor</i>	<i>0,453</i>
Interacción entre densidad y cosecha	
C2 x D1	5.80 ± 0.492
C2 x D2	6.21 ± 0.492
C2 x D3	5.82 ± 0.492
C2 x D4	5.44 ± 0.492
C3 x D1	4.23 ± 0.492
C3 x D2	5.11 ± 0.492
C3 x D3	5.36 ± 0.492
C3 x D4	4.64 ± 0.492
C4 x D1	2.80 ± 0.492
C4 x D2	2.90 ± 0.492
C4 x D3	2.64 ± 0.492
C4 x D4	2.84 ± 0.492
C5 x D1	2.56 ± 0.492
C5 x D2	3.40 ± 0.492
C5 x D3	2.84 ± 0.492
C5 x D4	4.03 ± 0.492
<i>p - valor</i>	<i>0,638</i>

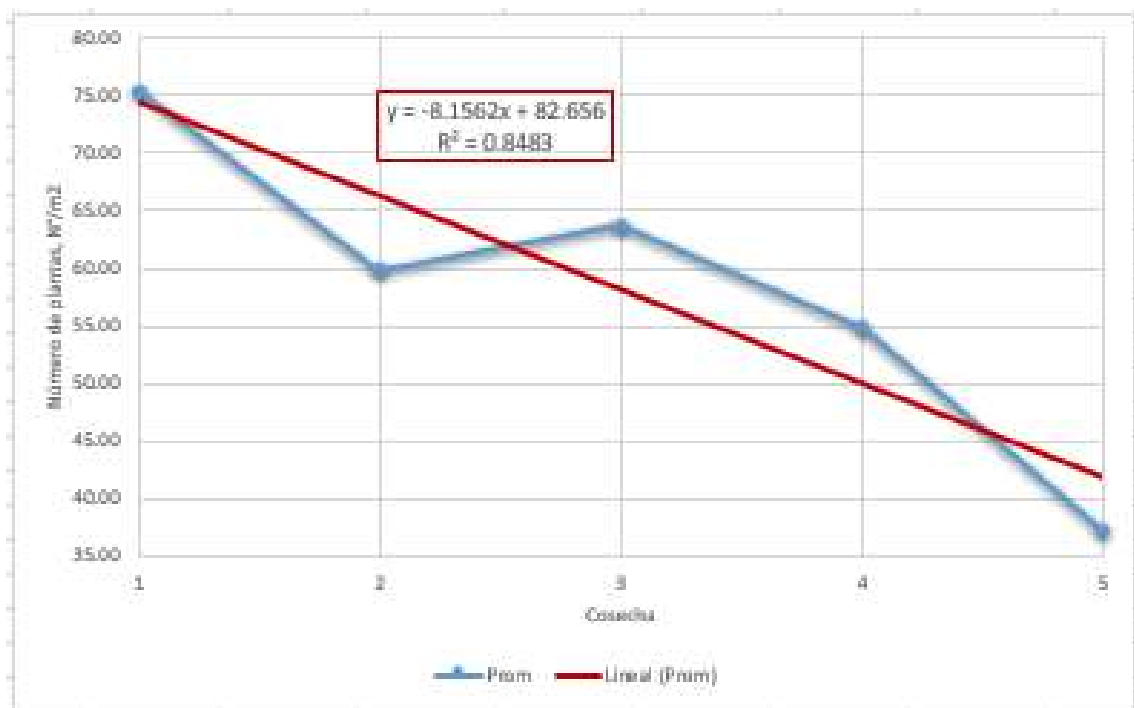
*Nota:* <sup>a,b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística ( $p < 0,05$ ).

#### 4.6 Población de plantas

La Tabla 12 muestra el efecto del número de corte y la densidad de plantas en la dinámica de la población vegetativa del cultivo de llantén forrajero. El análisis estadístico encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre los diferentes cortes y densidades de plantas para la población de plantas en cada campaña evaluada. No se destacaron interacciones entre los factores analizados ( $p \geq 0,05$ ).

**Figura 6**

*Cambios en la población de plantas en los cinco cortes sucesivos y la línea de tendencia.*



**Tabla 12**

*Población de plantas de llantén forrajero en los diferentes cortes y densidades de plantas.*

<b>Factores</b>	<b>Población de plantas, N° m<sup>-2</sup></b>
Número de corte	
C1	75.40 ± 3.85 <sup>a</sup>
C2	59.87 ± 3.85 <sup>ab</sup>
C3	63.68 ± 3.85 <sup>ab</sup>
C4	54.87 ± 3.85 <sup>b</sup>
C5	37.12 ± 3.85 <sup>c</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Densidad de plantas	
D1	35.61 ± 3.44 <sup>c</sup>
D2	55.80 ± 3.44 <sup>b</sup>
D3	62.30 ± 3.44 <sup>b</sup>
D4	79.04 ± 3.44 <sup>a</sup>
<i>p - valor</i>	<i>0,000</i>
Interacción entre densidad y cosecha	
C1 x D1	44.53 ± 7.70
C1 x D2	69.87 ± 7.70
C1 x D3	82.93 ± 7.70
C1 x D4	104.27 ± 7.70
C2 x D1	36.00 ± 7.70
C2 x D2	59.47 ± 7.70
C2 x D3	61.07 ± 7.70
C2 x D4	82.93 ± 7.70
C3 x D1	37.33 ± 7.70
C3 x D2	58.40 ± 7.70
C3 x D3	75.47 ± 7.70
C3 x D4	83.53 ± 7.70
C4 x D1	36.27 ± 7.70
C4 x D2	55.47 ± 7.70
C4 x D3	52.80 ± 7.70
C4 x D4	74.93 ± 7.70
C5 x D1	23.90 ± 7.70
C5 x D2	35.81 ± 7.70
C5 x D3	39.24 ± 7.70
C5 x D4	49.52 ± 7.70
<i>p - valor</i>	<i>0,760</i>

*Nota:* <sup>a,b</sup> Letras distintas indican diferencia estadística (p<0,05).

## CAPITULO V. DISCUSIÓN

### 5.1. Altura de planta

El llantén forrajero es una planta acaulescente, por lo que no considera ninguna longitud del tallo. Las alturas de plantas se encontraron dentro del rango recomendado de 25 a 35 cm de longitud de planta (DairyNZ, 2024b), salvo en el C5, por corte anticipado. El C2 marcó diferencia significativa en la longitud de planta (34.98 cm) por un mayor crecimiento y desarrollo del rebrote entre los meses de febrero y marzo del 2023 (verano), relacionado con mayor temperatura ambiental (Figura 4), además, luego de un amplio periodo de establecimiento (140 días), a diferencia con la C4 y peor aún con la C5, que el periodo de producción fueron entre el otoño e invierno de la costa, respectivamente. En el C5 se observó hojas cloróticas en la última semana, por lo que se realizó un corte anticipado sin considerar la altura mínima de corte recomendado.

### 5.2. Peso de planta

En el C2 mostró el mayor peso de planta con 86.63 g, mientras que el C4 tuvo el menor peso de planta con 52.02 g. Esta diferencia se debe en gran medida por el crecimiento de la planta en la estación de verano y la longitud de planta al momento de la segunda cosecha. El C5, con 70.17 g, superó al C4 gracias a un mayor número de hojas por planta y una menor población de plantas.

Según la densidad de plantas, la D1 logró mayor peso de planta que las demás densidades, se debe por alcanzar el mayor número de hojas y la menor población de plantas por área. Este es evidente por tener mayor espacio en el cultivo y alcanzar eficiencia en el uso de recursos por la menor competencia intraespecífica entre plantas (Quevedo et al., 2015).

En Nueva Zelanda, cálculos determinados en base al rendimiento de materia verde y número de plantas, se estimaron pesos de 13.6 g MV planta<sup>-1</sup> para una densidad de 180 plantas m<sup>-2</sup> y 21.3 g MV planta<sup>-1</sup> con una densidad de 80 plantas m<sup>-2</sup> (DairyNZ, 2024a).

### 5.3. Número de hojas

La cantidad de hojas por planta se maximizó en el C5 (media de 83.41 hojas), debiéndose en gran medida por la mayor presencia de brotes en el largo del tallo

rizomático (Figura 1B), pese a la disminución de la población de plantas en esta etapa de corte.

Según la densidad de plantas, la D1 y D2 lograron mayores números de hojas que las demás densidades, probablemente se deba a una menor competencia entre plantas por la mayor área ocupada por cada planta en el cultivo.

Según Powell et al. (2007), debe existir por lo menos seis hojas desarrolladas para el inicio del primer corte, esto asegura que las raíces del llantén forrajero están bien desarrolladas.

#### **5.4. Rendimiento de materia verde**

El rendimiento de forraje verde no ha sido afectado por la densidad de plantas; sin embargo, el número de corte ha tenido un efecto en el rendimiento, el C2 (41.55 t ha<sup>-1</sup>) y C3 (37.20) tuvieron la mejor producción de biomasa que el C4 y C5. Estos mayores rendimientos han sido favorecidos por el mayor tamaño de planta, peso de planta y probablemente por las mejores condiciones ambientales de temperatura del verano y otoño temprano de la costa central.

Respecto a la densidad de plantas no ha sido afectado en el rendimiento forrajero, probablemente se deba a una compensación con un mayor peso de planta y número de hojas a menores densidades (Aguilar, 2010).

Respecto a los pesos acumulados, se determinó el promedio de 122.63 t MV ha<sup>-1</sup>. Rendimientos inferiores obtuvo (Hernández, 2022) con fertilización química (85 t) y con fertilización orgánica (76 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) en cuatro cortes acumulados.

#### **5.5. Rendimiento de materia seca**

El rendimiento forrajero en base seco no ha sido afectado por la densidad de plantas; sin embargo, el número de corte ha tenido un efecto en el rendimiento, el C2 tuvo el mejor rendimiento que el C3, peor aún, el C4 y C5. Estos mayores rendimientos han sido favorecidos por el mayor tamaño y peso de planta indistintamente a la densidad de plantas. Moorhead y Piggot (2009), mencionan que se redujo el rendimiento de 6.0 t ha<sup>-1</sup> a 1.2 t ha<sup>-1</sup> para el año 3 en una pastura asociada con 2 kg de semilla de llantén forrajero.

En el estudio el peso acumulado de todas las cosechas, alcanzan 17.67 t MS ha<sup>-1</sup>. Este peso se encuentra entre el rango de 10 a 19 t MS ha<sup>-1</sup> registrado por DairyNZ (2024a) bajo las condiciones edafoclimáticas de Nueva Zelanda. Similares rendimientos anuales son reportados con la variedad Tonic entre 14.90 – 19.10 t MS ha<sup>-1</sup> en pasturas monofíticas (Powell et al., 2007; Minneé et al., 2013).

Las tasas de crecimiento de 215.4, 120.9, 40.5 y 71.3 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en C2, C3, C4 y C5, respectivamente. Similares tasas fueron reportadas por Powell et al. (2007), con 30 kg entre los meses de marzo y julio, pero diferentes en las demás estaciones; con 76 kg en primavera-principios de verano y 46 kg MS a medida que avanza el verano, con una pastura monofítica en Manawatu.

## 5.6 Dinámica de población de plantas

El promedio de población inicial fue de 44.53, 69.87, 82.93 y 104.27 plantas m<sup>-2</sup> para la D1, D2, D3 y D4, respectivamente (Tabla 5). Esta población se encuentra dentro de los rangos de la densidad propuesta (< 50, 51 a 75, 76 a 100 y >100 plantas m<sup>-2</sup>).

El C1 inició con alta población (75.4 plantas m<sup>-2</sup>), disminuyendo gradualmente con los cortes sucesivos, hasta alcanzar un promedio de 37.12 plantas m<sup>-2</sup> en el C5, estimándose en promedio de 8.16 plantas menos en cada corte sucesivo de acuerdo con la relación DPP = 82.66 – 8.16(C), Figura 6. No obstante, existe la posibilidad de haber contabilizado más plantas en la tercera temporada de crecimiento debido a la confusión entre brotes y plantas individuales (Figura 1B).

La población de plantas disminuye en cada corte, alcanzando alrededor de 50% menos de plantas al C5; siendo comprometidas en mayor porcentaje de pérdida, los tratamientos de mayor densidad con 47.3% y 47.5% en la D3 y D4, respectivamente. Aun así, la producción forrajera en materia verde y seco no ha sido comprometido por las diferentes densidades de plantas.

La mayor pérdida de plantas (17.75) se ha registrado en el último corte. Se perdieron en promedio 38.28 plantas de un total inicial de 75.40 durante cuatro temporadas, lo que representa una reducción del 50.77%.

La D4 y D1 mantuvo la mayor y menor población promedio de plantas hasta la última temporada de crecimiento. Sin embargo, la D3 y D4 alcanzaron similar

población.

El C5 ha sido afectado en la persistencia de plantas, encontrando la mayor pérdida de plantas (17.75 en promedio), podría ser a efecto de los meses más fríos de la quinta temporada de crecimiento (Barrios et al., 2008). Plantain (Dic 2012) encontró que el invierno y el pastoreo reducen la densidad de plantas. Pero, Ayala et al. (2011a) mencionan que debe haber entre 190 a 200 plantas m<sup>-2</sup> en la entrada de la pastura monofítica.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

Después de realizar esta investigación, bajo las condiciones del cultivo evaluado, se puede concluir lo siguiente.

- El número de corte tuvo efecto en la altura de planta del llantén forrajero. El C2 mostró mayor longitud debido al mayor crecimiento del rebrote entre febrero y marzo, por la alta temperatura ambiental del verano. En contraste con C4 y C5, donde la temporada de crecimiento fue durante el otoño e invierno de la costa.
- El número de corte y la densidad de plantas repercutió en el peso de planta del llantén forrajero. El primero, se debe al crecimiento estacional y la longitud de la planta durante la segunda cosecha. Sobre la densidad, por la mayor eficiencia de recursos en la menor competencia intraespecífica.
- El número de corte y la densidad de plantas tuvieron efecto en el número de hojas del llantén forrajero. Las menores densidades (D1 y D2) tuvieron más hojas debido a menor competencia entre plantas por mayor área disponible.
- El número de corte tuvo efecto en el rendimiento en base fresca del llantén forrajero. Los primeros cortes fueron mayores rendimientos debido al tamaño aumentado de la planta, su peso incrementado y las condiciones ambientales favorables de temperatura en verano y principios de otoño en la costa central.
- El número de corte tuvo efecto en el rendimiento de materia seca del llantén forrajero. Estos mayores rendimientos se deben al tamaño y peso superior de la planta, independientemente de la densidad.
- El número de corte y la densidad de plantas tuvieron efecto en la población de plantas del llantén forrajero. El estudio mostró una marcada disminución de la población de plantas con el tiempo.

## 6.2. **Recomendaciones**

- Realizar estudios comparativos y mezclas forrajeras para evaluar el rendimiento y la persistencia del llantén por estaciones en las zonas costeras.
- Dada la frecuencia e intensidad de la sequía en la zona andina, se podrían llevar a cabo estudios similares con el llantén forrajero.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIPEC. (11 de febrero de 2024). *Producto, servicio y tecnología para ganaderos (semillas)*. [https://agripec.pe/products/llanten-forrajero#:~:text=BOSTON%20\(Llant%C3%A9n%20forrajero\)%20Hierba%20forrajera%20perenne](https://agripec.pe/products/llanten-forrajero#:~:text=BOSTON%20(Llant%C3%A9n%20forrajero)%20Hierba%20forrajera%20perenne)
- Altamirano, H. (2011). *Evaluación de diferentes densidades de siembra del Plantago lanceolata asociada a una mezcla de especies introducidas* [Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador]. Repositorio <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/>
- Andrade, F., Otegui, M.E., Cirilo, A., Uhart, S. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz. Libro digital. <https://www.maizar.org.ar>
- Ayala, W., Barrios, E., Bermudez, R. y Serrón, N. (2011a). Effect of defoliation strategies on the productivity, population and morphology of plantain (*Plantago lanceolata*). En: Pasture Persistence Symposium. Papers. Proceedings of the New Zealand Association, p. 69-72. <http://www.ainfo.inia.uy/>
- Ayala, W., Barrios, E., Bermudez, R. y Serrón, N. (2011). Understanding Plantain (*Plantago lanceolata* L.) responses to defoliation in Uruguay. In: Proceedings of the New Zealand Grassland Congress, (74º, 2012, Gore, New Zealand). NZGA. p. 143-145. <https://www.nzgajournal.org.nz/>
- Benavides, S. (2016). *Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento y los componentes de rendimiento en haba hortícola* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio. <https://repositorio.uchile.cl>
- Bertolotti, N. (2010). Novedades en forrajes templadas. Sitio argentino de producción animal. <https://www.produccionanimal.com.ar>
- Blanco, B., Saborío, A., Garro, G. (2008). Descripción anatómica, propiedades medicinales y uso potencial de *Plantago major* (llantén mayor). *Tecnología en Marcha*, Vol. 21-2, p. 17-24. [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/107/106](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/107/106)
- Barrios, E., Serrón, N., Ayala, W. (2008). Efecto del manejo de defoliación en la morfología y población de llantén (*Plantago lanceolata* L.). En: Reunión del

- Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Treinta y Tres, Uruguay. [Microsoft Word - 100 - Efecto.doc](#)
- Brenes-Arguedas, T. (2012). Leaf damage and density-dependent effects on six Inga species in a neotropical forest. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1503-1512. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v60n4/a08v60n4.pdf>
- Charlton, J., Stewart, A. (1999). Pasture species and cultivars used in New Zealand – a list. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 61:147-166. [https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland\\_publication\\_510.pdf](https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_510.pdf)
- DairyNZ. (Aug 2023). *Plantain Potency and Practice* <https://www.dairynz.co.nz/research/science-projects/plantain-potency-and-practice/>
- DairyNZ. (Jun 2024a). *Crops: Plantain*. <https://www.dairynz.co.nz/feed/crops/plantain-overview/>
- DairyNZ. (2024b). *Additional resources: Plantain Dairy Grazing Management*. <https://www.dairynz.co.nz/>
- Della Rosa, M., Sandoval, E., Luo, D., Pacheco, D., Jonker, A. (2022). Effect of feeding fresh forage plantain (*Plantago lanceolata*) or ryegrass-based pasture on methane emissions, total-tract digestibility, and rumen fermentation of nonlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Volume 105, Issue 8, 6628 – 6638. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21757>
- El medi natural del Bajes i del Moianès. (sf). *Llantén menor, Plantago lanceolata* [Sitio web]. Recuperado 30 agosto de 2024, de <https://elmedinaturaldelbages.cat/es>
- Estado Peruano (26 de enero de 2022). *346 familias productoras se benefician con la instalación de más de 11 toneladas de semillas de pastos cultivados en 432 hectáreas*. [346 familias productoras se benefician con la instalación de más de 11 toneladas de semillas de pastos cultivados en 432 hectáreas - Noticias - Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - Plataforma del Estado Peruano](#)
- Etcheverría, P. y Torres, A. (2019). Siete venas: pastoreo de una forrajera estratégica para el sur de Chile (*Plantago lanceolata* L.) [Sitio web]. en

<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/394cde01-fb88-4fc7-a161-1f8a5943d19e/content>

- García-López, DA, & Hernández, RA. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(4), 160-168. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v36i4.6427>
- Gualinga, D.M. (2023). *Evaluación de una pastura de Medicago sativa var. Cuf 101 (alfalfa) más Plantago lanceolata (llantén forrajero) utilizando la tecnología Crop Booster en la Estación Experimental Tunshi* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador]. <http://dspace.espoch.edu.ec/>
- Hernández, G. (2022). Comportamiento agronómico y producción del llantén (*Plantago lanceolata* L.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en Ibarra - Imbabura (Trabajo de grado de bachiller, Universidad Técnica del Norte). Ibarra - Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13372>
- INEI. (1994). *III Censo Nacional Agropecuario*. <https://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0217/LIM44.htm>
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Sistema de consulta de resultados censales. <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Laws, D., Genever, L. (2013). Using Chicory and Plantain in Beef and Sheep Systems. AHDB Beef and Lamb. Warwickshire, UK. En <https://agriculture.co.uk/sites/default/files/BRP-plus-Using-chicory-and-plantain-in-beef-and-sheep-systems.pdf>
- Lee, J., Hemmingson, N., Minnee, E., Clark, C. (2015). Management strategies for chicory (*Cichorium intybus*) and plantain (*Plantago lanceolata*): impact on dry matter yield, nutritive characteristics and plant density. *Crop & Pasture Science*, 66(2), 168-183. <http://dx.doi.org/10.1071/CP14181>
- Lee, J., Minneé, E. (2012). Chicory and plantain: your questions answered. DairyNZ, Technical Series, August 2012. [https://www.dairynz.co.nz/media/3uacrkq5/technical\\_series\\_august\\_2012.pdf](https://www.dairynz.co.nz/media/3uacrkq5/technical_series_august_2012.pdf)
- Muir, P. (2012). Plantain – A brief literature review. On-Foarm Research.

<https://nzforagesystems.co.nz/wp-content/blogs.dir/57/uploads/library/Muir>

- Paucar, P. (2010). Evaluación y caracterización morfoagronómica del *Plantago lanceolata* (Llantén Forrajero), [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>
- Pérez-Calix, E. (1996). Familia Plantaginaceae II. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, *Fascículo Complementario* 232. <https://doi.org/10.21829/fb.566.2023.232>
- Powell, A., Kemp, P., Jaya, I., Osborne, M. (2007). Establishment, growth and development of plantain and chicory under grazing. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 69, 41–45
- Programa Nacional de Investigación Agraria [PNIA]. (2019). *Validación del desempeño de nuevas especies forrajeras de Nueva Zelanda con alto rendimiento de biomasa y su adaptación a las condiciones relevantes de producción lechera en la Región Puno*. Informe Final de los Resultados de la Investigación. Proyecto de Investigación Adaptativa. Programa Nacional de Investigación Agraria. Perú, INIA.
- Quevedo, Y., Barragan, E., Beltran, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) impacto. *Scientia Agroalimentaria*, vol. 2, pp.18-24. En <https://www.researchgate.net/publication/324597810>
- Reichert, K. (2016). *Ganancia de peso de corderos destetados pastoreando una pradera de Plantago lanceolata Cichorium intybus vs. una pradera polifítica permanente* [Tesis de maestría, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/far351g/doc/far351g.pdf>
- Rojas, R., Gutiérrez, W., Esparza, D., Medina, B., Villalobos, Y., Morales, L. (2007). Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(1), 94-112. Recuperado en 11 de enero de 2025, de <http://ve.scielo.org/scielo.php>
- SENAMHI [Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú]. (2024). Datos hidrometeorológicos a nivel nacional. Estación Convencional Meteorológica UNJF Sánchez Carrión-Huacho. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Semagro. (15 de febrero de 2025). *Guía de manejo de Tonic, llantén forrajero*. [Recurso Descargable-guia-tonic](#)

Stewart, A. (1996). Plantain (*Plantago lanceolata*): a potential pasture species. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58: 77-86. <https://doi.org/10.33584/jnzg.1996.58.2221>

Stevens, P.F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017. <https://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿La densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. influirán en el rendimiento forrajero?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿La densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. influirán en la altura, peso de planta, número de hojas, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y población de plantas por área?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. en el rendimiento forrajero.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Evaluar el efecto de la densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. en la altura, pesos, número de hojas, rendimiento de materia verde; materia seca y población de plantas por área.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Hi: La densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. si influye en el rendimiento forrajero.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>Hi: La densidad de plantas y el número de cortes de <i>Plantago lanceolata</i> L. si influye en la altura de planta, peso de planta, número de hojas, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca y la población de plantas por área.</p>	<p><b>Identificación de variables:</b></p> <p><b>Variable Independiente (X):</b></p> <p>Densidad de planta. Numero de cortes</p> <p><b>Variable Dependiente (Y):</b></p> <p>Producción Forrajero</p>	<p><b>X: Cantidad de plantas y numero de cortes:</b></p> <p>Nº plantas m<sup>-2</sup> Nº cortes</p> <p><b>Y: Producción forrajera</b></p> <p>Altura de planta Peso de planta Nº de hojas Rendimiento de materia verde Rendimiento de materia seca Población de plantas m<sup>-2</sup></p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada. <b>Nivel:</b> Explicativo. <b>Diseño:</b> Experimental. <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Técnica de recolección de datos:</b></p> <p>Se usó datos primarios, provenientes de la recolección de datos en el campo experimental, la cual permitió registrar y analizar los datos.</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b></p> <p>Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 4x4 con tres repeticiones en la cual se registraron y clasificaron los datos en una hoja de cálculo, para luego ser procesado los datos en programas estadísticos.</p>

## Anexo 2. Resultado de análisis de suelo



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad De Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
LABORATORIO DE CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE SUELOS Y AGUA.



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Huacho 19 de mayo del 2023.

### INFORME 13 DE ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITANTE:** ALUMNAS ZOOTECNIA

**PROCEDENCIA:** NATALY VILLANUEVA

**PROVINCIA:** HUAURA- PARCELA FORRAJES-CIUDAD UNIVERSITARIA

**CULTIVO:** ACHICORIA y LLANTEN

MUESTRA N°	CLAVE	pH	TEXTURA	M.O. %	N ppm	P ppm	K ppm
13	CIASA	8.5	FRANCO ARENOSO	2.05	18.5	42	135

CULTIVO: ACHICORIA y LLANTÉN

#### INTERPRETACIÓN:

pH: Fuertemente Alcalino

Materia orgánica: Medio

Nitrógeno: Medio

Fósforo: Alto

Potasio: Medio

Arena: 75%

Limo: 17%

Arcilla: 08%

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
  
Mg. Luis Chávez Barbero  
Jefe de Laboratorio  
Laboratorio de Investigación y Análisis de Suelos y Agua

Anexo 3. Data compilada

COS	DENS	REP	RMV	RMS	PP	AP	NH	NP
2	1	1	41.27	5.78	115.17	32.80	48.96	36.80
2	1	2	32.30	4.52	114.06	28.80	57.28	36.00
2	1	3	50.67	7.09	158.63	37.20	60.80	35.20
2	2	1	39.61	5.55	64.76	35.60	66.60	63.20
2	2	2	53.00	7.42	92.90	37.40	66.32	57.60
2	2	3	40.46	5.66	75.74	34.60	48.80	57.60
2	3	1	41.54	5.82	92.04	40.60	11.64	53.60
2	3	2	42.51	5.95	68.41	37.60	52.68	64.00
2	3	3	40.60	5.68	91.06	31.80	50.16	65.60
2	4	1	41.80	5.85	58.54	34.60	48.56	76.80
2	4	2	42.49	5.95	79.48	32.60	61.00	59.20
2	4	3	32.37	4.53	28.80	36.20	65.92	112.80
3	1	1	34.66	4.51	99.00	31.40	48.72	38.40
3	1	2	31.74	4.13	128.38	28.60	69.60	34.40
3	1	3	31.21	4.06	112.88	31.00	40.80	39.20
3	2	1	37.39	4.86	82.60	30.00	66.60	60.00
3	2	2	35.28	4.59	60.97	34.00	66.32	59.20
3	2	3	45.22	5.88	86.91	38.60	48.40	56.00
3	3	1	42.26	5.49	87.67	33.60	12.04	54.40
3	3	2	42.46	5.52	82.69	35.80	52.68	66.40
3	3	3	39.09	5.08	40.93	29.80	57.36	105.60
3	4	1	31.01	4.03	43.29	31.00	48.56	80.00
3	4	2	44.83	5.83	61.81	35.40	61.00	75.20
3	4	3	31.22	4.06	23.45	31.20	66.04	95.40

Continua ...

<b>COS</b>	<b>DENS</b>	<b>REP</b>	<b>RMV</b>	<b>RMS</b>	<b>PP</b>	<b>AP</b>	<b>NH</b>	<b>NP</b>
4	1	1	22.18	2.88	55.58	28.00	45.08	39.20
4	1	2	20.56	2.67	108.21	27.80	95.40	20.00
4	1	3	21.95	2.85	70.75	29.80	65.50	49.60
4	2	1	23.37	3.04	39.53	29.80	26.36	64.80
4	2	2	25.55	3.32	45.69	31.40	29.48	57.60
4	2	3	18.04	2.35	49.41	30.00	48.47	44.00
4	3	1	8.21	1.07	24.01	25.20	31.00	33.60
4	3	2	30.34	3.94	62.82	40.20	40.87	55.20
4	3	3	22.45	2.92	61.46	31.20	41.69	69.60
4	4	1	18.04	2.35	25.24	28.40	33.32	71.20
4	4	2	25.66	3.34	56.81	27.20	49.87	50.40
4	4	3	21.85	2.84	24.73	31.00	27.48	103.20
5	1	1	16.17	2.26	64.65	25.43	108.01	26.00
5	1	2	18.05	2.53	174.46	23.71	115.83	14.86
5	1	3	20.65	2.89	77.91	21.43	90.40	30.86
5	2	1	19.11	2.68	42.53	21.50	117.86	28.00
5	2	2	32.69	4.58	72.34	20.43	101.51	45.71
5	2	3	21.05	2.95	65.01	24.00	73.94	33.71
5	3	1	11.62	1.63	35.72	23.50	52.24	36.57
5	3	2	26.10	4.07	80.76	22.00	63.29	39.43
5	3	3	20.27	2.84	54.23	20.00	79.79	41.71
5	4	1	21.90	3.07	67.78	21.50	56.24	42.29
5	4	2	37.84	5.30	54.35	29.50	68.43	47.43
5	4	3	22.98	3.72	52.24	19.00	73.45	58.86

## Anexo 4. Análisis de datos

### Modelo lineal general: RMV vs. COS; DENS

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
COS	Fijo	4	2; 3; 4; 5
DENS	Fijo	4	1; 2; 3; 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
COS	3	3765.0	1254.99	32.49	0.000
DENS	3	103.4	34.48	0.89	0.456
COS*DENS	9	252.9	28.10	0.73	0.681
Error	32	1236.2	38.63		
Total	47	5357.5			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6.21536	76.93%	66.11%	48.08%

### Modelo lineal general: RMS vs. COS; DENS

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
COS	Fijo	4	2; 3; 4; 5
DENS	Fijo	4	1; 2; 3; 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
COS	3	71.615	23.8717	32.81	0.000
DENS	3	1.961	0.6535	0.90	0.453
COS*DENS	9	5.090	0.5655	0.78	0.638
Error	32	23.279	0.7275		
Total	47	101.945			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.852924	77.16%	66.46%	48.62%

## Modelo lineal general: PP vs. COS; DENS

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
COS	Fijo	4	2; 3; 4; 5
DENS	Fijo	4	1; 2; 3; 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
COS	3	7547	2515.7	4.42	0.010
DENS	3	22428	7476.0	13.13	0.000
COS*DENS	9	1862	206.9	0.36	0.944
Error	32	18219	569.3		
Total	47	50056			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
23.8608	63.60%	46.54%	18.11%

## Modelo lineal general: AP vs. COS; DENS

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
COS	Fijo	4	2; 3; 4; 5
DENS	Fijo	4	1; 2; 3; 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
COS	3	1020.25	340.083	29.83	0.000
DENS	3	31.90	10.632	0.93	0.436
COS*DENS	9	48.42	5.380	0.47	0.883
Error	32	364.87	11.402		
Total	47	1465.43			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
3.37669	75.10%	63.43%	43.98%

## Modelo lineal general: NH vs. COS; DENS

Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
COS	Fijo	4	2; 3; 4; 5
DENS	Fijo	4	1; 2; 3; 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
COS	3		8065	2688	2.55	0.073
DENS	3		19241	6414	6.07	0.002
COS*DENS	9		32905	3656	3.46	0.004
Error	32		33801	1056		
Total	47		94012			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
32.5007	64.05%	47.19%	19.10%

## Anexo 5. Fotografías



Siembra de llantén forrajero



Establecimiento de la pastura



Primera cosecha de homogenización



Rebrote de llantén forrajero



Crecimiento de llantén forrajero



Recojo de datos



Crecimiento de llantén forrajero en la última campaña evaluada



Toma de datos de llantén forrajero en la última campaña evaluada