

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE ESPECIES FORRAJERAS,
ACHICORIA (*Cichorium intybus L.*) Y LLANTÉN (*Plantago lanceolata L.*), A DIFERENTES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

MARIA DANIELA CALLIZAYA QUENTA

La Paz – Bolivia
2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE ESPECIES FORRAJERAS,
ACHICORIA (*Cichorium intybus L.*) Y LLANTÉN (*Plantago lanceolata L.*), A DIFERENTES
DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA**

*Tesis de Grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

MARIA DANIELA CALLIZAYA QUENTA

ASESOR:

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M.Sc. Carlos López Blanco

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Ing. María Eugenia Cari Mamani

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

DEDICATORIA

Con mucha alegría y emoción, dedico este trabajo a Dios, por su bendición y guía constante en mi vida. Gracias por darme la fuerza y la sabiduría para culminar esta etapa más de mi formación profesional.

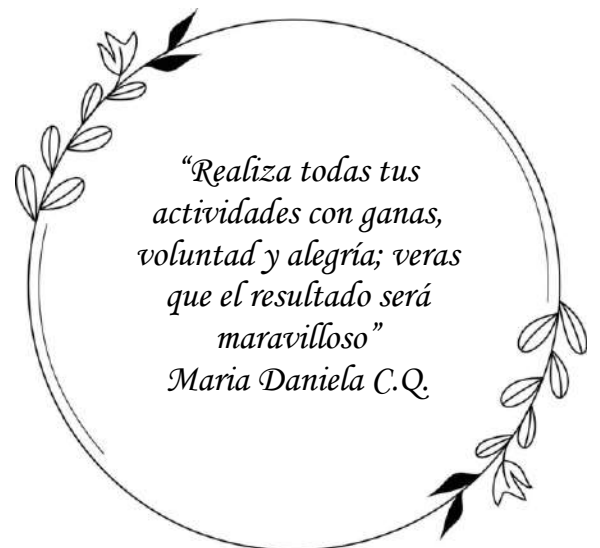
Con todo mi corazón y cariño, dedico este trabajo a mis queridos padres, Zenobio Callizaya Mamani y Juana Quenta Mamani. Gracias por el esfuerzo, sacrificio, confianza, cariño, amor y todo el apoyo que me brindaron incondicionalmente en todo momento de mi vida.

Así también, dedico este trabajo a mis queridos hermanos, Cristhian Rodrigo y Brayan. Gracias por el cariño y el apoyo constante que me han brindado a lo largo de mi vida, inspirándome a ser mejor persona y a alcanzar mis metas.

Este logro es gracias a ustedes, que siempre estuvieron a mi lado.

Con mucho amor

Maria Daniela Callizaya Quenta



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por su bendición y su guía constante en mi vida. Gracias por darme la sabiduría y la fuerza para terminar mis estudios.

También quiero agradecer a mis queridos padres, Zenobio Callizaya Mamani y Juana Quenta Mamani, por su amor y sus consejos. Gracias por brindarme la oportunidad de estudiar, por hacer de mí una mujer profesional. Por su apoyo incondicional en todo lo que he emprendido, por enseñarme a ser una hija responsable.

A mis hermanos Cristhian Rodrigo y Brayan, gracias por su cariño y apoyo.

Al personal Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, gracias por la formación profesional que me brindaron.

Al Centro experimental de Cota Cota - Universidad Mayor de San Andrés, gracias por brindarme sus predios y todo el apoyo durante la realización de mi trabajo de investigación.

Un sincero agradecimiento a mi asesor el Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas, por su apoyo, orientación, paciencia y comprensión. Por darme ánimo para seguir adelante y poder concluir mi tesis.

A mis tribunales, los profesionales Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado, Ing. María Cari Mamani e Ing. M.Sc. Carlos López Blanco, les expreso mi más sincero agradecimiento por su tiempo y revisión de mi tesis, su apoyo fue un pilar fundamental. Sus correcciones contribuyeron a enriquecer mi trabajo de investigación.

Un sincero agradecimiento al Ing. Pedro David Chiara, por su amistad y su apoyo incondicional en mi investigación.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Gabriel Hilarión Paco Mamani, por su amistad, consejos, ayuda, enseñanza, paciencia y por brindarme su valioso conocimiento.

A mis amigas y amigos de la universidad, Evelin Laura S., Juan Carlos H., Rodrigo Grover M., Beatriz S., Dany Daysi C., Wendy B., Nancy P., Nelly C. y Álvaro Z., gracias por su amistad y por hacer que estos años de estudio fueran gratos y alegres.

Al Ing. Ever Mamani Vila y a todas las personas que me brindaron su amistad dándome ánimos, gracias por su apoyo.

Con mucho agradecimiento.

María Daniela Callizaya Quenta

ÍNDICE TEMÁTICO

Agradecimientos	ii
Índice Temático	iii
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Fotografías	viii
Abreviaturas empleadas.....	ix
Resumen	x
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.- Generalidades	1
2.- Objetivos	1
2.1 .- Objetivo General	1
2.2 .- Objetivos Específicos.....	2
3.- Hipótesis.....	2
II. MARCO TEÓRICO	3
1.- Generalidades del cultivo	3
1.1 .- Achicoria	3
1.2 .- Llantén.....	4
2.- Importancia de los cultivos	4
2.1 .- Achicoria	4
2.2 .- Llantén.....	5
3.- Descripción botánica de los cultivos.....	5
3.1 .- Achicoria	5
3.2 .- Llantén.....	6
4.- Clasificación taxonómica de los cultivos.....	8
5.- Requerimientos edafoclimáticos de los cultivos	8
5.1 .- Achicoria	8
5.2 .- Llantén.....	9
6.- Forma y época de siembra de los cultivos.....	10
6.1 .- Achicoria	10
6.2 .- Llantén.....	10
7.- Densidades de siembra de los cultivos.....	11
7.1 .- Achicoria	11
7.2 .- Llantén.....	11
8.- Calidad nutricional de los cultivos	12
8.1 .- Achicoria	12
8.2 .- Llantén.....	12
9.- Manejo de los cultivos para el corte o pastoreo	13
9.1 .- Achicoria	13
9.2 .- Llantén.....	13
10.- Plagas y enfermedades de los cultivos	13
10.1 .- Achicoria	13
10.2 .- Llantén.....	14
11.- Establecimiento de los cultivos en mezclas	15

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
1.- Localización de la Investigación.....	16
2.- Características de la zona.....	17
2.1 - Relieve.....	17
2.2 - Clima.....	18
2.3 - Hidrografía.....	18
2.4 - Suelo.....	19
2.5 - Flora y fauna.....	19
3.- Materiales.....	20
3.1 - Material vegetal.....	20
3.2 - Material de campo.....	20
3.3 - Material de escritorio.....	21
3.4 - Material de oficina electrónico.....	21
3.5 - Software y programas de escritorio.....	22
3.6 - Material de archivo digital.....	22
3.7 - Material de laboratorio.....	22
4.- Metodología experimental.....	23
4.1 - Tipo de estudio.....	23
4.2 - Diseño experimental.....	23
4.3 - Factores y niveles de estudio.....	24
4.4 - Tratamientos.....	24
4.5 - Croquis del experimento.....	24
4.6 - Variables de respuesta.....	25
4.7 - Análisis estadístico.....	26
5.- Procedimiento de campo.....	26
5.1 - Reconocimiento de la parcela experimental.....	26
5.2 - Preparación del área.....	27
5.3 - Preparación de semillas para la siembra.....	28
5.4 - Delimitación y trazado de la parcela experimental.....	28
5.5 - Siembra.....	29
5.6 - Marcos de aforo/cuadrantes.....	30
5.7 - Identificación de las unidades experimentales.....	30
5.8 - Labores culturales.....	31
6.- Procedimiento experimental.....	32
6.1 - Análisis del suelo.....	32
6.2 - Registro de datos climáticos del sistema NASA-POWER (NP) del área de estudio... 33	33
6.3 - Evaluación de las variables agronómicas de los cultivos.....	33
6.4 - Evaluación de las variables de productividad de los cultivos.....	38
6.5 - Análisis bromatológico (Calidad de forraje).....	41
6.6 - Análisis económico.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
1.- Análisis físico y químico del suelo.....	43
2.- Climadiograma.....	43
3.- Análisis de las variables agronómicas.....	47
3.1 - Porcentaje de germinación.....	47
3.2 - Altura planta.....	48
3.3 - Largo de hoja.....	51

3.4 .- Ancho de la hoja.....	53
3.5 .- Número de hojas a la cosecha	56
4.- Análisis de las variables productivas	59
4.1 .- Rendimiento de materia verde	59
4.2 .- Rendimiento de materia seca	63
5.- Análisis bromatológico (calidad de forraje).....	66
6.- Fenología de las especies forrajeras	68
7.- Análisis de las variables económicas	71
7.1 .- Relación Beneficio – Costo (B/C).....	71
V. CONCLUSIONES	73
1.- Conclusiones Específicas	73
2.- Conclusión General	74
VI. RECOMENDACIONES	75
VII. BIBLIOGRAFÍA	77
Anexos	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Clasificación taxonómica de los cultivos	8
Cuadro 2.- Factores de estudio	24
Cuadro 3.- Análisis físico y químico del suelo.....	43
Cuadro 4.- ANVA de la altura planta	48
Cuadro 5.- ANVA de largo de hoja.....	51
Cuadro 6.- ANVA de ancho de hoja.....	53
Cuadro 7.- ANVA de número de hojas	56
Cuadro 8.- ANVA de materia verde.....	59
Cuadro 9.- ANVA de materia seca.....	63
Cuadro 10.- Calidad de forraje	66
Cuadro 11.- Fenología de los cultivos	68
Cuadro 12.- Costo beneficio.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación del área de estudio.	16
Figura 2.- Ubicación de la zona Cota Cota.....	17
Figura 3.- Croquis de las unidades experimentales.	25
Figura 4.- Temperatura de enero a abril de 2022.	44
Figura 5.- Precipitación de enero a abril de 2022.....	45
Figura 6.- Humedad Relativa de enero a abril de 2022.....	46
Figura 7.- Viabilidad de las semillas de especies forrajeras.....	47
Figura 8.- Prueba DUNCAN de altura de planta en relación a las especies forrajeras	48
Figura 9.- Prueba DUNCAN de altura de planta en relación a las densidades de siembra	50
Figura 10.- Prueba DUNCAN de longitud de hoja en relación a las especies forrajeras	52
Figura 11.- Prueba DUNCAN de ancho de hoja en relación a las especies forrajeras.....	54
Figura 12.- Prueba DUNCAN de ancho de hoja en relación a las densidades de siembra	55
Figura 13.- Prueba DUNCAN de número de hojas en relación a la densidad de siembra	57
Figura 14.- Prueba DUNCAN de número de hojas en relación a la interacción de los factores... ..	58
Figura 15.- Prueba DUNCAN de materia verde en relación a las especies forrajeras	60
Figura 16.- Prueba DUNCAN de materia verde en relación a la densidad de siembra	61
Figura 17.- Prueba DUNCAN de materia seca en relación a las especies forrajeras	63
Figura 18.- Prueba DUNCAN de materia seca en relación a la densidad de siembra	65
Figura 19.- Fenología de la especie forrajera Achicoria	69
Figura 20.- Fenología de la especie forrajera Llantén	70

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.- Reconocimiento de la parcela.....	27
Fotografía 2.- Preparación del terreno.....	27
Fotografía 3.- Proceso de asignación de semillas según diseño.....	28
Fotografía 4.- Establecimiento de las unidades experimentales.....	29
Fotografía 5.- Siembra de las especies forrajeras.....	29
Fotografía 6.- Colocación de cuadrantes en cada unidad experimental.....	30
Fotografía 7.- Identificación de unidades experimentales.....	31
Fotografía 8.- Desmalezado y aporque.....	32
Fotografía 9.- Muestra de suelo.....	33
Fotografía 10.- Prueba de viabilidad de semillas de achicoria y llantén.....	34
Fotografía 11.- Medición de altura de planta.....	34
Fotografía 12.- Registro de altura de planta achicoria y llantén.....	35
Fotografía 13.- Registro de largo de hoja achicoria y llantén.....	35
Fotografía 14.- Medición de ancho de hoja.....	36
Fotografía 15.- Registro de ancho de hoja achicoria y llantén.....	37
Fotografía 16.- Registro de número de hojas achicoria y llantén.....	38
Fotografía 17.- Rendimiento de MV achicoria.....	38
Fotografía 18.- Rendimiento de MV llantén.....	39
Fotografía 19.- Pesaje de MV achicoria y llantén.....	39
Fotografía 20.- Cosecha de la parcela experimental.....	40
Fotografía 21.- Pesaje de sacos de MV de cada unidad experimental.....	40
Fotografía 22.- Rendimiento de MS achicoria y llantén.....	41
Fotografía 23.- Muestras de achicoria y llantén para análisis bromatológico.....	41

ABREVIATURAS EMPLEADAS

ANVA	Análisis de Varianza
F.V.	Fuentes de Variación
G.L.	Grados de Libertad
S.C.	Suma de Cuadrados
C.M.	Cuadrado Medio
F cal.	F calculado
C.V.	Coefficiente de Variación
Pr > F	Probabilidad mayor a F
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
MV	Materia Verde
MS	Materia Seca
B/C	Beneficio costo
NP	Nasa – Power
SIG	Sistemas de Información Geográfica
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
UMSS	Universidad Mayor de San Simón
CIC	Capacidad de intercambio Catiónico

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Centro Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés UMSA, ubicado en el macrodistrito Sur del municipio Nuestra Señora de La Paz – Bolivia; con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de especies forrajeras, Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a diferentes densidades de siembra, para el propósito se utilizó el modelo estadístico Diseño de Bloques al Azar (DBA) con dos factores de estudio, como factor A las especies forrajeras, el factor B la densidad de siembra, tomando como variables de estudio: el grado de viabilidad de las semillas, altura de planta, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas, rendimiento de MV, MS, calidad de forraje, relación beneficio costo y la descripción fenológica de las especies se obtuvo los siguientes resultados:

Tras realizar las pruebas de germinación de semillas forrajeras, se observó que el Llantén alcanzó un valor del 98%, mientras que la Achicoria registró un 92%. En términos de altura de planta, la Achicoria presentó un promedio de 49,56 cm y el Llantén con un promedio de 43,68 cm; en cuanto a la longitud y ancho de hoja, la Achicoria registró promedios de 42,84 cm y 7,41 cm y para la especie de Llantén promedios de 37,05 cm y 3,30 cm. En la cosecha, a una densidad del 25%, la Achicoria mostró un mayor número de hojas, con un promedio de 16,33 hojas, en comparación con el Llantén, que tuvo 14,67 hojas. A densidades del 33% y 42%, el Llantén tuvo más hojas que la Achicoria, registrando 12,33 y 9,33/hojas frente a 11,67 y 8,67 hojas, respectivamente.

El rendimiento de MV fue mejor en la Achicoria con un promedio de 36302,86 kg/ha a diferencia con el Llantén registrando 31768,98 kg/ha, observando que la cantidad de forraje verde es directamente proporcional a la densidad de siembra. La MS en el cultivo de Llantén registró un promedio de 4066,42 kg/ha mientras que de menor rendimiento la Achicoria con 2991,36 kg/ha. En cuanto a la calidad de forraje la Achicoria tiene una composición nutricional más rica que el Llantén, con mayores niveles de proteína, grasa, y fibra; el Llantén muestra un contenido de cenizas ligeramente más alto, ambas especies se consideraría buenas opciones para la alimentación animal.

En cuanto al ciclo fenológico, la Achicoria se desarrolló en 315 días, mientras que el Llantén lo hizo en 173 días, distribuidos en diferentes etapas. Finalmente, se encontró una rentabilidad económica favorable para las especies estudiadas, siendo la Achicoria sembrada a una densidad de 10 kg/ha un B/C de Bs 2,17 y Llantén a una densidad de 11 kg/ha un B/C de Bs 1,95 para el primer corte.

ABSTRACT

The present research was carried out at the Cota Cota Experimental Center of the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés UMSA, located in the South macrodistrict of the Nuestra Señora de La Paz municipality - Bolivia; With the objective of evaluating the agronomic behavior of forage species, Chicory (*Cichorium intybus L.*) and Plantain (*Plantago lanceolata L.*), at different planting densities, for the purpose the statistical model Random Block Design (DBA) was used. with two study factors, as factor A the forage species, factor B the planting density, taking as study variables: the degree of viability of the seeds, plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, MV performance, MS, forage quality, benefit-cost ratio and the phenological description of the species, the following results were obtained:

After carrying out the germination tests of forage seeds, it was observed that the Plantain reached a value of 98%, while the Chicory registered 92%. In terms of plant height, Chicory presented an average of 49.56 cm and Plantain with an average of 43.68 cm; Regarding leaf length and width, Chicory recorded averages of 42.84 cm and 7.41 cm and for the Plantain species averages of 37.05 cm and 3.30 cm. At harvest, at a density of 25%, Chicory showed a greater number of leaves, with an average of 16.33 leaves, compared to Plantain, which had 14.67 leaves. At densities of 33% and 42%, Plantain had more leaves than Chicory, registering 12.33 and 9.33/leaves compared to 11.67 and 8.67 leaves, respectively.

The MV yield was better in Chicory with an average of 36302.86 kg/ha, unlike Plantain, registering 31768.98 kg/ha, observing that the amount of green forage is directly proportional to the planting density. The DM in the plantain crop recorded an average of 4066.42 kg/ha while Chicory had the lowest yield with 2991.36 kg/ha. Regarding forage quality, Chicory has a richer nutritional composition than Plantain, with higher levels of protein, fat, and fiber; Plantain shows a slightly higher ash content, both species would be considered good options for animal feed.

Regarding the phenological cycle, Chicory developed in 315 days, while Plantain did so in 173 days, distributed in different stages. Finally, a favorable economic profitability was found for the species studied, with Chicory planted at a density of 10 kg/ha having a B/C of Bs 2.17 and Plantain at a density of 11 kg/ha having a B/C of Bs 1.95 for the first cut.

I. INTRODUCCIÓN

1.- GENERALIDADES

La producción de forrajes para alimentación animal en nuestro país, en los últimos tiempos ha presentado insuficiencia para cubrir las necesidades alimentarias para la producción pecuaria, razones dadas por los problemas ocasionados por el cambio climático con efecto, como la disponibilidad de agua para consumo animal, cantidad insuficiente de forraje, aparición de plagas y enfermedades, alteración de estaciones para la implementación de cultivos forrajeros, la cual deriva en la disminución en la producción.

Para garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos y fortalecer la capacidad de resiliencia de los productores frente a los desafíos actuales, es necesario recurrir a sistemas alternativos. Sin embargo, en el caso de la producción de forrajes, la falta de diversidad y alternativas viables constituye una limitación para abordar la escasez de forraje verde de manera efectiva.

Para abordar las problemáticas y necesidades mencionadas anteriormente, se plantea la propuesta de implementar y evaluar el comportamiento agronómico de especies forrajeras, tales como la Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y el Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a distintas densidades de siembra en el Centro Experimental de Cota Cota. Esto tiene como objetivo generar información técnica relevante para la producción de forraje destinado a la alimentación pecuaria, evaluando las variables agronómicas como, el grado de viabilidad de las semillas, altura de planta, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas; las variables productivas como rendimiento de MV, MS; la calidad de forraje, la relación beneficio costo y la descripción fenológica de las especies.

2.- OBJETIVOS

2.1 .- Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de especies forrajeras, Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a diferentes densidades de siembra en el Centro Experimental de Cota Cota.

2.2 .- Objetivos Específicos

- Determinar las variables agronómicas de las especies forrajeras, Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a diferentes densidades de siembra.
- Determinar el rendimiento productivo de las especies estudiadas.
- Determinar la calidad de forraje de las especies en estudio, como alternativa para consumo animal.
- Determinar la relación beneficio costo de la implementación del cultivo de la Achicoria y Llantén respecto a los tratamientos aplicados.
- Describir el comportamiento fenológico de las especies forrajeras estudiadas.

3.- HIPÓTESIS

Ho: No existe diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico de especies forrajeras, Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a diferentes densidades de siembra.

Ha: Si existe diferencias estadísticas en el comportamiento agronómico de especies forrajeras, Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y Llantén (*Plantago lanceolata L.*), a diferentes densidades de siembra.

II. MARCO TEÓRICO

1.- GENERALIDADES DEL CULTIVO

1.1 .- Achicoria

La Achicoria (*Cichorium intybus L.*) también conocida como Achicoria amarga, Achicoria de Bruselas, Achicoria silvestre, almentón, almirón amargo, caramoja, camarroya, cicondrilla, cicoria, chicoria, husillo endivia y usillo (Serrano, 1989). Otros nombres vulgares Achicoria radicheta; en Bolivia: “philliyuyu” (quechua), “chancoroma” (aymara); en inglés: chicory, en portugués: chicória, radichi; en francés: chicorée; en alemán: zichorie, gemeine wegwarte (Rapoport *et al.*, 2009).

La Achicoria es una especie originaria del viejo mundo (AA, 2009). Es una planta, de la familia de las compuestas, es la única forrajera no gramínea ni leguminosa de origen del mediterráneo (Gramer, 2022) es decir de Europa; cultivada y escapada en Asia, Australia, Sudáfrica, Nueva Zelanda, Norteamérica y Suramérica como ser Brasil, Chile, Uruguay y Argentina (Rapoport *et al.*, 2009).

Algunos estudios sitúan su origen en la Europa meridional, desde donde se habría expandido al centro y este de Europa. Hoy se encuentra presente en la mayoría de los continentes, en todos aquellos lugares que reúnen condiciones edafoclimáticas apropiadas para su desarrollo (Traub, 2014).

En Bolivia, se tiene escasa información estudiada respecto a la especie de Achicoria debido a que es un cultivo poco conocido como forraje, pero se reporta un estudio evaluado por (Calizaya, 2016) el comportamiento agronómico de dos variedades de Achicoria (*Cichorium endivia L.*) conocida también como Escarola, en condiciones atemperadas, bajo trasplante a diferentes distancias de plantación, en el altiplano norte del departamento de La Paz.

En nuestro país la Achicoria se le conoce como una planta silvestre que crece en todas partes donde hay vegetación. El follaje de la planta es utilizada como medicina tradicional como depurativo estomacal debido a su sabor amargo.

1.2.- Llantén

El Llantén pertenece a la familia de las Plantagináceas la especie también conocida como Llantai, Llantén macho, Llantén mayor, yantin, siete venas (Mijalenko *et al.*, 2012) Otros nombres vulgares “sakkarara”, (aymará), “chirajyu” (quechua), “caá-yuquy” (guaraní), folha santa, tanchagem (Brasil) Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina (CETAAR, 1998).

Esta especie forrajera es una hierba originaria de Europa y Asia (Ramírez *et al.*, 2016), El Llantén menor o lanceolado (*Plantago lanceolata L.*) se encuentra distribuido por toda Europa y Asia septentrional y central (Milo, 2002), es una planta cosmopolita por América, África del Sur, Oceanía; las variedades de Llantén como ser Boston y Tonic son provenientes de Nueva Zelanda, se caracteriza por ser de rápido establecimiento (León *et al.*, 2018; CONABIO, 2009).

En Bolivia, se tiene poca información estudiada respecto a la planta herbácea de Llantén debido que es un cultivo poco conocido como forraje porque es considerado como maleza, variedades de la especie se encuentra principalmente en zonas templadas, cálidas y frías de Bolivia. Las hojas de la planta se utilizan en forma tradicional como medicina astringente, antiinflamatoria, diurética y antiulcerosa.

2.- IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS

2.1.- Achicoria

La Achicoria (*Cichorium intybus L.*), se ha utilizado en Europa durante muchos siglos como verdura de hoja, tubérculo o verdura, sustituto o complemento del café y como forraje para pastos, considerada de gran importancia por sus altos rendimientos como cultivo puro, un alto contenido de minerales, resistencia a la sequía y su capacidad de su raíz principal para romper el subsuelo, fue observada con frecuencia en los bordes de las carreteras de las regiones secas de Nueva Zelanda (Rumball, 1986).

La Achicoria forrajera es una planta perenne, de rápido establecimiento, altamente palatable y resistente al pastoreo; en procesos digestivos funciona como antiparasitario, tónico estomacal y

diurético. Provee a los animales de potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro, vitaminas, carbohidratos, aminoácidos y fibra, ideal para mezclas forrajeras (Agroscopio, 2023).

2.2 .- Llantén

El Llantén (*Plantago lanceolata L.*) es una especie herbácea con amplia distribución en pastizales a lo largo del mundo, la hoja es muy apetecible para los animales que pastan y proporciona un forraje rico en minerales, resultando altamente palatable para el ganado ovino y bovino, pudiendo resultar sobrepastoreado en mezclas con otras especies (Stewart, 1996).

Es una de las plantas que más consumen los animales herbívoros constituyendo uno de los alimentos habituales, como una alternativa forrajera para pastoreo, pero que requiere de un buen control de malezas y una adecuada fecha de siembra para lograr un establecimiento exitoso; permite tener forraje de calidad en periodos críticos (Etcheverría, 2019; Mijalenko *et al.*, 2012).

La hierba desde siempre fue considerada una “maleza noble”, especie usada tradicionalmente en la medicina, hoy la agricultura moderna ha revaluado su importancia (León *et al.*, 2018) resultando apetitoso para el ganado (Rumball *et al.*, 1997).

3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LOS CULTIVOS

3.1 .- Achicoria

La Achicoria es una planta perteneciente a la familia de las compuestas, cuyo nombre genérico (*Cichorium*) alude a su antigua denominación griega (Serrano, 1989). Es herbácea, anual, bienal o perenne. Se caracteriza por un crecimiento erecto y una raíz pivotante profunda, sus hojas basales son espatuladas, y crecen en forma de roseta con lóbulos desiguales y dentados, angulosas, angostadas en pecíolos marginados, ásperos y provistos de pelos rígidos y esparcidos en el envés; hojas caulinares alternas, pequeñas y lanceoladas, comúnmente enteras, mientras que las hojas superiores son alternas, pequeñas, y sus dientes son menores. Los tallos son largos, con látex amargo, irregularmente ramificados, erectos, cilíndricos, fistulosos, con ramas extendidas, tornándose duro o leñoso con el tiempo (Rapoport *et al.*, 2009 y Gramer, 2022).

La planta produce abundantes flores de color azul claro, de hasta 4 cm de diámetro, marginales hermafroditas con lígulas azul celestes, oblongo truncadas, 5-dentadas en el ápice; involucro

obcónico, de brácteas ovales o lanceoladas, fimbriadas. Los frutos son aquenios obovados de unos 2,5 mm de largo y se propaga por semillas. (León *et al.*, 2018; Rapoport *et al.*, 2009). El peso de 1000 semillas de Achicoria varía entre 1,25 a 1,60 g, con un valor promedio de 1,45 g. Considerando este valor promedio, 1 kg contendría aproximadamente 690000 semillas (Formoso, 1995).

3.2.- Llantén

El Llantén, una planta herbácea, se caracteriza por ser cultivo anual y perenne, con crecimiento en roseta (Rumball *et al.*, 1997). Puede alcanzar entre 20 y 50 cm de altura (Milo, 2002), con una raíz principal que posee numerosas raíces secundarias (Bayon, N., *et al.*, 2000). El tallo es un rizoma de color amarillo, perenne, corto y grueso, subterráneo (cáudice), que mide aproximadamente 15 cm de longitud, indiviso en la juventud, pero fuertemente ramificado en individuos maduros (Palacios y Proaño, 2018; CONABIO, 2009).

Las hojas son alternas, todas basales, y presentan una forma lanceolada a lineal, raramente elíptica, con medidas que oscilan entre los 3 y 30 cm de largo y de 0,5 a 4,5 cm de ancho. Su ápice es agudo, el margen puede ser entero o con frecuencia irregularmente dentado, con o sin pelos, a veces la pubescencia está concentrada en los nervios principales. Son paralelinervias, con 3 a 5 (7) nervios generalmente divergentes desde la base, crecen desde una corona central, de tipo erecto, con puntas generalmente acuminadas e inflexas (Milo, 2002 y CONABIO, 2009).

El pecíolo es anacalado, mide aproximadamente la mitad de la longitud de la lámina, pero la unión es indeterminada. La antocianina varía de ausente a fuerte en la base del pecíolo. Los escapos son fistulosos ascendentes, más largos que las hojas, miden entre 30 y 70 cm de largo, con cabezas de 2-7 cm de largo y de color blanco a cremoso, con estambres blancos (Rumball *et al.*, 1997).

Las inflorescencias son de 1 a 10 por individuo (o ramificación), generalmente del doble de la longitud de las hojas; el pedúnculo es acanalado, más o menos densamente piloso, con pubescencia más abundante en la base del raquis, de 15 a 80 cm de largo, cuya mitad superior se recubre de pequeñas flores (CONABIO, 2009 y Chirri, 2013).

Las flores son pequeñas, hermafroditas, de color marrón claro, agrupadas en espigas cónico-ovoides en la juventud, cilíndricas al madurar, de 2 a 8 cm de largo, con las flores densamente apretadas. Las brácteas son ovado-acuminadas, de 2 a 4 mm de longitud, con la quilla gruesa, café, más o menos del doble del ancho del margen; los sépalos anteriores están connados (unidos para formar una estructura), de 2 a 3 mm de largo, vilosos hacia el ápice y sobre el dorso de la quilla, ésta aproximadamente de la mitad del ancho del margen; los lóbulos de la corola son angostamente ovados, sin pelos, de más o menos 2 mm de largo, con ápices agudos con pigmento café-rojizo en su base, estambres blancos. El fruto es una cápsula oblongo-ovoide, de más o menos 4 mm de longitud, con dehiscencia transversal; las semillas, 1 o 2 por cápsula, son en forma de barco, cóncavas, oblongo-eclípticas o aovadas, con superficie brillante casi lisa, punticulada, lustrosa, de color ámbar a café oscuro, de 2,0 - 2,8 mm de longitud por 1,0 - 1,3 mm de ancho (Milo, 2002; Mijalenko *et al.*, 2012; CONABIO, 2009 y Bayon, N., *et al.*, 2000). Las semillas se vuelven pegajosas en clima húmedo debido al hinchamiento de los polisacáridos presentes, lo que les permite adherirse a animales y humanos para propagarse (Berit, 2000).

Los pesos de 1000 semillas de Llantén varían entre 1,6 a 1,8 g, los rendimientos de semillas a escala comercial superan los 400 kg/ha, y la fecha de cosecha es de unas ocho semanas después de la floración (Rumball *et al.*, 1997).

4.- CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS CULTIVOS

Según (EcuRed, 2012) la clasificación taxonómica de la Achicoria y Llantén es la siguiente:

Cuadro 1.- Clasificación taxonómica de los cultivos

	Achicoria	Llantén
Reino	Plantae	Plantae
Subreino	Tracheobionta	Tracheobionta
División	Magnoliophyta	Fanerógama- Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae	Asteridae
Orden	Asterales	Lamiales
Familia	Asteraceae	Plantaginaceae
Genero	<i>Cichorium</i>	<i>Plantago</i>
Especie	<i>C. intybus L.</i>	<i>P. lanceolata L.</i>

Fuente: Adaptado según EcuRed, (2012).

5.- REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE LOS CULTIVOS

5.1.- Achicoria

5.1.1.- Suelo

La Achicoria puede crecer bien en diversos tipos de suelo, incluso en suelos degradados, requiere de suelos moderadamente bien drenados y de buena fertilidad de texturas medias a pesadas, donde expresa su potencial productivo (Gramer, 2010; Formoso, 1995 y Gramer, 2022).

El suelo ideal para el cultivo de Achicoria es franco o franco arenoso (Drippro, 2023), con un pH entre rangos de 5,6 a 6,2 (Ray, 2005). Tiene gran respuesta a la fertilización nitrogenada, 100-150% más forraje que sin fertilizar (León *et al.*, 2018).

5.1.2.- Clima

La Achicoria se desarrolla de 1600 a 3800 msnm. Produce bien en época húmeda pero también es resistente a la sequía. Por tener raíces profundas es buscadora de agua subterránea, se beneficia del regadío, pero se produce bajo condiciones de secano mucho más que otras alternativas (León

et al., 2018), se destaca por su crecimiento de otoño, la tolerancia de su follaje a las heladas y su crecimiento en periodos de déficit hídrico en verano la raíz gruesa y profunda le permite continuar creciendo cuando ya otras especies forrajeras han detenido su crecimiento (Gramer, 2010). La temperatura mínima de crecimiento es de 8 °C, aunque su desarrollo óptimo se da con temperaturas de 18-20 °C (iRiego, 2017).

5.2.- Llantén

5.2.1.- Suelo

El Llantén se encuentra naturalmente en una amplia variedad de suelos agrícolas de texturas de suelo con niveles de acidez desde pH de 4,2 y 7,8. Sin embargo no soporta suelos extremadamente salinos o pantanosos, tolera una cantidad moderada de pisado y compactación del suelo (Stewart, 1996), se desarrolla en condiciones de baja fertilidad (León *et al.*, 2018) particularmente con presencia de fósforo y potasio, aunque responde al agregado de nitrógeno (Stewart, 1996; Barrios y Ayala, 2014).

Es fácil encontrarla en suelos con baja fertilidad. A pesar de esto, responde bastante bien a la fertilización nitrogenada, promoviendo el aumento del número de hojas, el crecimiento de brotes y el total de biomasa (Etcheverría, 2019). Su crecimiento erecto de alto valor nutritivo (especialmente alto Cu, Ca, y concentraciones de Na), son adaptables a suelos pobres y otras condiciones adversas, como sequías, altas temperaturas en verano y bajas temperaturas en invierno (Fraser y Rowarth, 1996).

5.2.2.- Clima

El Llantén se puede cultivar en una amplia gama de climas, que van desde tropicales y subtropicales hasta templados y fríos, incluso hasta el límite de las heladas. Para un buen desarrollo, necesita precipitaciones que superen los 600 mm (Mijalenko *et al.*, 2012; Etcheverría, 2019). La planta muestra tolerancia a condiciones secas, calores y fríos (León *et al.*, 2018).

Distribuidas en climas templados, buen productor de forraje estival, aunque en muchos casos se considera una maleza, tiene una tolerancia a las heladas, así como al déficit hídrico, es decir a la

sequía y altas temperaturas del verano (Stewart, 1996). Además, es una especie de amplia distribución en las praderas naturales de climas templados (Etcheverría, 2019).

6.- FORMA Y ÉPOCA DE SIEMBRA DE LOS CULTIVOS

6.1 .- Achicoria

La Achicoria se puede sembrar en los desde febrero a octubre, pero se aconsejan siembras tempranas con el propósito de obtener un pastoreo a principios de julio. La siembra puede hacerse al voleo y surcos tapando con una rastra liviana buscando hacerlo antes de las lluvias, en siembra tener en cuenta al realizar la siembra es que la semilla no debe quedar a una profundidad mayor a los 0,5 cm debido a que por su tamaño pequeño tendrá dificultades para emerger, la especie que presenta requerimientos de vernalización, para producir semilla (Formoso, 1995; Guasch 2022).

Es muy importante que la semilla quede cerca de la superficie ya que es muy pequeña y tendrá dificultades para emerger si queda a más de 0,5 cm de profundidad, es de rápido establecimiento inicial, con marcada competencia a las malezas, considerando que la distancia de aislación o separación de otros cultivos de Achicoria es como mínimo de 300 metros (León *et al.*, 2018 y Formoso, 1995).

6.2 .- Llantén

El establecimiento del Llantén es rápido requiere de una profundidad de siembra no más de 1 cm y una temperatura de suelo adecuada igual o superior a los 10°C, a y con un buen control de malezas, se puede sembrar durante todo el año en asociación con verduras y hortalizas (Etcheverría, 2019; Mijalenko *et al.*, 2012).

El Llantén se puede sembrar temprano en otoño, si se trata de un establecimiento de Llantén puro. Evitar las siembras tardías en otoño, ya que el establecimiento es muy lento y le resta competitividad frente a otras especies o malezas. En caso de siembras mixtas, sembrar en primavera, ya que le da más oportunidad de competir con las demás especies presentes en la mezcla (Etcheverría, 2019).

7.- DENSIDADES DE SIEMBRA DE LOS CULTIVOS

7.1 .- Achicoria

La Achicoria debe sembrarse a razón de 4 a 6 kg/ha, preferentemente en líneas, a una profundidad no mayor de medio centímetro a mayores densidades de siembra aumentan la hojicidad y producción total de la Achicoria, mejorando la calidad y utilización de la pastura, pero pueden reducir la implantación de otras especies asociadas (Gramer, 2022; Gramer, 2010).

Para siembras de Achicoria al voleo, o en líneas con espaciamientos de 0,15 o 0,30 m, se recomiendan densidades en el rango de 3 a 4 kg/ha, utilizando la más baja en situaciones de buena preparación de suelos y la más alta en la medida que las condiciones de la cama de siembra empeoran. La profundidad de siembra no debe sobrepasar los 0,5 cm y se recomienda agregar preferentemente N y P en los suelos; en asociación entre cultivos se recomienda de 1 a 3 kg/ha de semilla, en mezcla con gramíneas, leguminosas y otras especies adventicias. También se puede sembrar sola como cultivo de forraje en zonas secas con una densidad de siembra de 8 a 10 kg/ha (Formoso, 1995; León *et al.*, 2018).

7.2 .- Llantén

En el cultivo de Llantén las densidades de siembra son de 2 a 4 kg/ha de semilla, en mezcla con gramíneas y leguminosas. En siembra de monocultivo la densidad es de 8 a 12 kg/ha de semilla, se caracteriza por ser un cultivo de rápido establecimiento y de persistencia de 2 a 3 años (León *et al.*, 2018).

Mientras Etcheverría (2019), recomienda con densidades próximos de siembra en el cultivo de Llantén es diferente tanto en monocultivo como en mezclas la dosis de siembra en cultivo puro es de 8 a 10 kg/ha, para mezclas con gramíneas de 2 a 3 kg/ha y para mezcla con leguminosas de 5 a 10 kg/ha.

8.- CALIDAD NUTRICIONAL DE LOS CULTIVOS

8.1.- Achicoria

Este cultivar tiene excelente calidad de forraje, alto valor proteico, es una planta antiparasitaria, tónica estomacal y diurética. Provee a los animales de potasio, fósforo, calcio, magnesio, hierro, vitaminas, carbohidratos, aminoácidos. Adema tiene una alta digestibilidad por ser baja en fibra. Es un forraje de calidad similar a la de la alfalfa. No produce meteorismo y no presenta efectos alelopáticos (León *et al.*, 2018; Gramer, 2022).

La Achicoria se destaca por su alta calidad de forraje, en estado vegetativo tiene un alto contenido de agua, excelente digestibilidad (70% DMS), alto contenido de proteína (22% PC) comparable a las leguminosas, con bajos valores de FDA (24%) y FDN (35%) con alta digestibilidad baja fibra, puede ser superior que los de alfalfa entre 70 y 95% (Rebuffo, 2008; Ray, 2005).

Las hojas (y raíces, con valores entre paréntesis) frescas proveen 23 (23) kcal/100g; 1,7 (1,4) g de proteínas; 0,3 (0,2) g de grasas; 4,7 (4,6) g de carbohidratos; 4000 (0,0) UI de vitamina A; 0,06 (0,04) mg B1; 0,1 (0,03) mg B2; 0,5 (0,4)mg niacina; 100 (41) mg calcio; 0,9 (0,8) mg hierro; 30 (22) mg magnesio y 47 (61) mg fósforo (Rapoport *et al.*, 2009).

8.2.- Llantén

El valor nutritivo del cultivo de Llantén se caracteriza por tener proteína 13,5%, rico en vitaminas A, C y K. Contiene niveles de calcio, cobre, cobalto, selenio, magnesio, sodio y zinc más alto que los raigrases y, componentes biológicamente activos con acción antimicrobial, diurética, propiedades insecticidas, regulador del movimiento del sistema digestivo, antifungal, antitumor, antiviral, inmunopresivo, antielmíntico, antiinflamatorio (León *et al.*, 2018). La composición química de la planta del Llantén son Proteína Bruta 3,17%; Materia Grasas 0,73%; Humedad 5,84%; Cenizas 6,17% y Fibra Bruta 32,19% y de la semilla Proteína Bruta 9,26%; Materia Grasas 1,71%; Humedad 8,82%; Cenizas 6,79% y Fibra Bruta 37,11% (Mijalenko *et al.*, 2012).

El Llantén cuenta también con sustancias como: Ácido salicílico, sales minerales de potasio y zinc. Además, rutina, alcaloides (noscapida), esencias, resinas, esteroides, bases aminadas y

compuestos azufrados. Igualmente, posee ácidos-fenoles y una lactona (loliolida) o digiprolactana, entre otros (Chirri, 2013).

9.- MANEJO DE LOS CULTIVOS PARA EL CORTE O PASTOREO

9.1 .- Achicoria

Para el pastoreo de la Achicoria debería comenzarse cuando la parte superior de las hojas alcanza una altura desde el nivel del suelo entre 20 y 30 cm, siendo retirados los animales cuando la altura del rastrojo se situó en el entorno de los 5 cm. Se debe pastorear en forma rotativa no más de 10 días (Formoso, 1995).

La Achicoria no se debe pastorear continuamente, por que disminuirá en gran medida la persistencia del forraje en el suelo y la producción. Se optimiza bajo pastoreo rotacional con un periodo de descanso de 14 a 25 días entre períodos de pastoreo, dependiendo de la época del año, las condiciones climáticas y la tasa de rebrote (Ray, 2005).

9.2 .- Llantén

El Llantén se recomienda usar como componente de pasturas perennes para mejorar la calidad del forraje, en mezcla con brassicas, o solo en zonas secas, es ideal para ensilar, se presta para el pastoreo rotativo, presenta baja tolerancia al pisoteo y a la compactación del suelo. Reduce la incidencia de timpanismo, es preferido por caballos y ovejas (León *et al.*, 2018).

10.- PLAGAS Y ENFERMEDADES DE LOS CULTIVOS

10.1 .- Achicoria

La Achicoria, con su raíz suculenta y follaje abundante, se convierte en un huésped propicio para plagas y enfermedades (Beneo, 2019). A pesar de que el cultivo muestra resistencia a los insectos (León *et al.*, 2018), diversas plagas afectan el follaje, como los áfidos, entre ellos el *Myzus persicae* y el *Aphis fabae*, así como langostinos transmisores de virus y larvas desfoliadoras, como los lepidópteros especialmente de las familias Scarabeidae y Elateridae que predominan en la precordillera y valles centrales. En suelos arenosos o franco arenosos, los miembros de la familia Curculionidae son más comunes. Por otra parte bajo el suelo, la raíz es atacada por larvas

de coleópteros que cortan a las plantas jóvenes (Beneo, 2019). Además, las babosas pueden causar daños significativos, especialmente en cultivos de germinación directa (Dear *et al.*, 2007).

En cuanto a las enfermedades, la Achicoria es vulnerable a enfermedades fúngicas foliares como el oídio (*Erysiphe cichoracearum*), la roya (*Puccinia cichorii*) y la alternaria (*Alternaria alternata*), que tienen un impacto económico considerable (Beneo, 2019). También enfermedades como la pudrición carbónica y la pudrición por esclerotinia (Dear *et al.*, 2007). Sin embargo, son las infecciones fúngicas tanto foliares como del suelo las que causan los mayores perjuicios en términos de rendimiento y calidad (Beneo, 2019).

10.2.- Llantén

El cultivo de Llantén ha demostrado ser resistente a los daños causados por insectos, según León *et al.*, (2018). Sin embargo, los insectos defoliadores, como los gorgojos, los mosquitos y los escarabajos pulgas, son los principales responsables de los daños. Específicamente, se ha observado que el gorgojo del Llantén, *Gymnetron pascuorum*, ha causado daños significativos en los cultivos de semillas locales, lo que puede requerir medidas de control (Nooij y Mook, 1992 citado por Stewart, 1996).

El Llantén tiene una baja aceptabilidad para muchas babosas y caracoles debido a los extractos químicos que contienen lo cual disuaden específicamente a las babosas *Arion ater*, *Deroceras reticulatum* y *Cepaea nemoralis*, pero no parecen tener el mismo efecto en *Arion rufus* o en el caracol *Helix pomatia* (Grime *et al.*, 1968; Molgaard 1992 citado por Stewart, 1996).

A nivel internacional, se ha registrado una amplia gama de enfermedades fúngicas y bacterianas en el cultivo de Llantén (Nooij y Mook, 1992 citado por Stewart, 1996). A nivel local, se han observado enfermedades en las hojas, como la mancha foliar de *Aschochyta*, *Phoma* sp y *Stemphylium* sp, en las hojas más viejas se observa *Rhizoctonia* sp. Además, se ha registrado casos de pudrición de la raíz en algunas plantas en cultivos de semillas durante el segundo año (Stewart, 1996).

11.- ESTABLECIMIENTO DE LOS CULTIVOS EN MEZCLAS

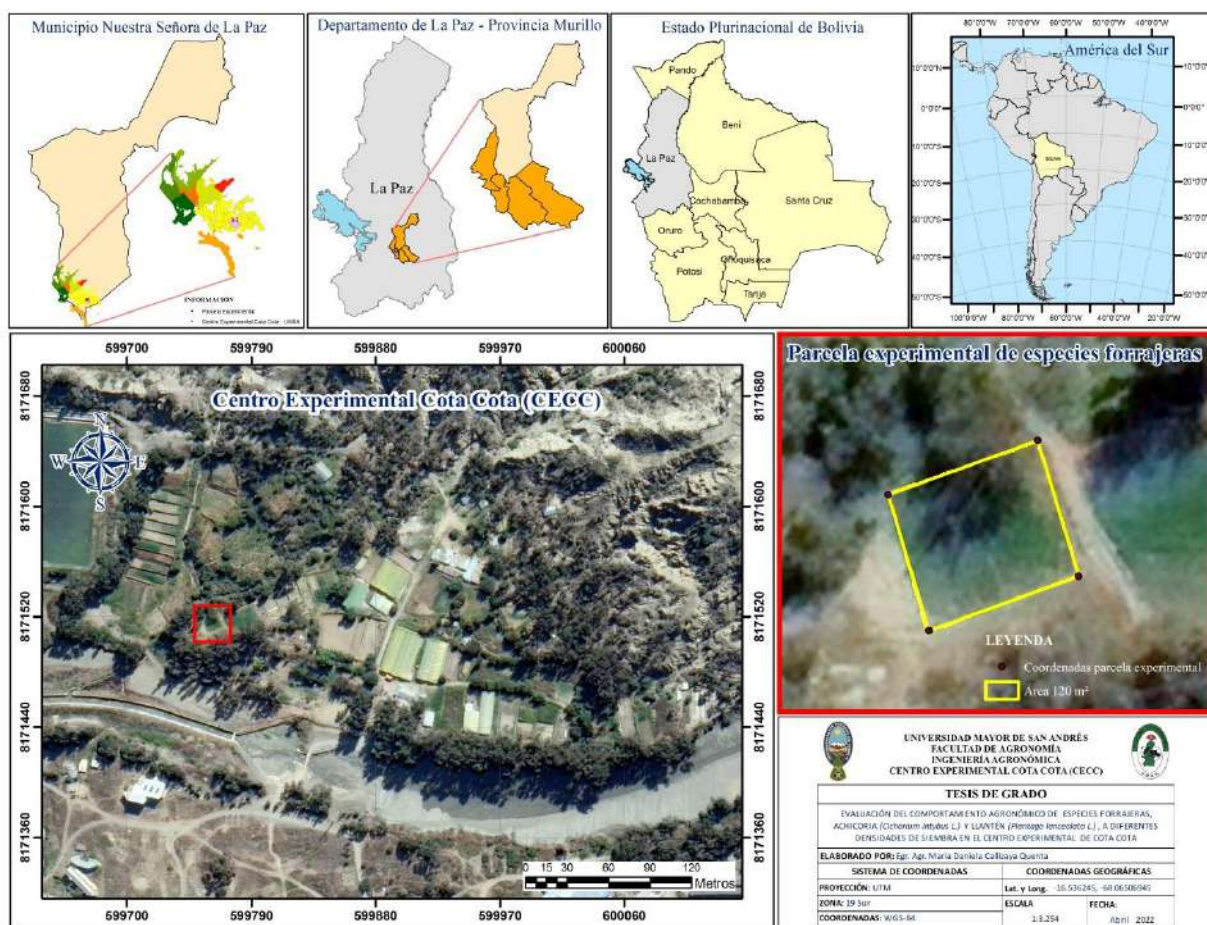
Para el establecimiento de variedad de especies forrajeras el más óptimo sería una pradera multiespecie con Llantén (*Plantago lanceolata*), Achicoria (*Cichorium intybus*), Trifolium repens y Trifolium pratense, una de las mezclas que ha tenido muy buen resultado en Nueva Zelanda y Reino Unido, tiene un buen crecimiento estival y permite ganancia de peso en corderos y ovejas de hasta 350 g día (Etcheverría, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

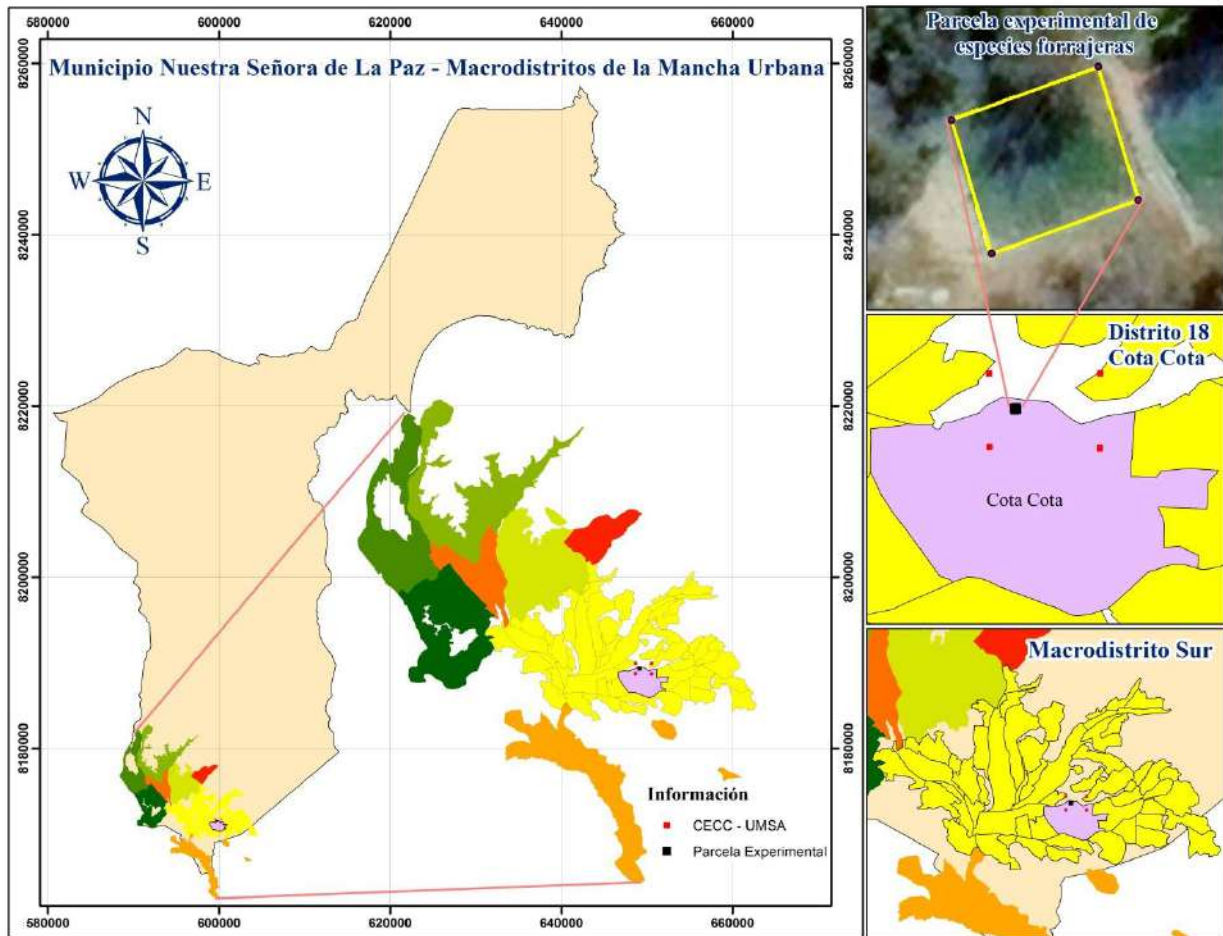
1.- LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el Campus Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés, específicamente en el Centro Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía, se ubica en el macrodistrito sur, distrito N° 18, en la zona de Cota Cota del municipio de Nuestra Señora de La Paz, en la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, a una distancia de 20 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente, está situado a 16° 32' 04" latitud sur y 68° 03' 44" longitud oeste, a una altitud de 3445 m.s.n.m., como se muestra en la figura 1 y 2.

Figura 1.- Ubicación del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de Shapefiles del área de estudio extraídos de GeoBolivia e imagen satelital de Google Earth Pro (2022).

Figura 2.- Ubicación de la zona Cota Cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Shapefiles del área de estudio extraídos de GeoBolivia e imagen satelital de Google Earth Pro (2022).

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

2.1 .- Relieve

Las unidades geomorfológicas que se distinguen en el área son lechos de ríos, terrazas y planicies, quebradas laterales y laderas (Quispe, 2009 citado por PDCCC, 2009). En el sector norte del campus de la universidad presenta un relieve montañoso, conformado por farallones que alcanzan alturas de entre 100 y 125 m, proporcionando un fondo notable al paisaje (PDCCC, 2009). Las pendientes en esta zona varían entre 0% y 30%, siendo aptas para prácticas agrícolas; sin embargo, las pendientes superiores al 30% no son adecuadas para este tipo de actividades (Pati, 2021).

El Centro Experimental de Cota Cota se encuentra ubicado en la ecorregión de Puna húmeda, con vegetación altoandina propia de la cordillera oriental, caracterizada por diferentes pisos, niveles y subniveles (Pati, 2021). Según López (2009, citado por PDCCC, 2009), la región biogeográfica del campus corresponde a las cabeceras de los valles secos andinos de La Paz, en transición a la puna. Es una zona de contacto entre dos regiones biogeográficas alberga elementos de flora y fauna de ambas regiones, lo que la convierte en un área relativamente diversa. El piso altitudinal en el que se encuentra el campus es posiblemente el más diverso en cuanto a especies de plantas.

2.2 .- Clima

El Centro Experimental de Cota Cota se caracteriza por un clima templado, con una temperatura media anual de 9 °C, una máxima anual de 21 °C y una mínima anual de -0.6 °C. El periodo de lluvias se extiende de diciembre a marzo, siendo el resto del año seco. La humedad relativa promedio anual es de 46%, y la precipitación media anual es de 400 mm (Tarqui, 2016).

Es una zona semiárida debido a su ubicación geográfica, con lluvias orográficas y vientos secos y cálidos que descienden del altiplano. Cuenta con un clima medianamente templado, con variaciones de temperatura a lo largo del día. La temperatura promedio anual es de 7.5 °C, pudiendo alcanzar hasta 20 °C en los días cálidos. Las heladas leves son frecuentes, especialmente entre mayo y agosto. La precipitación anual promedio oscila entre 500 y 600 mm (Quispe, 2009 citado por PDCCC, 2009).

2.3 .- Hidrografía

El río Jillusaya está situado en el valle alto de La Paz, a una altitud promedio de 3600 m.s.n.m., nace de la confluencia de dos ríos, el Charapaya y el Jaque Jaque, y a lo largo de su curso cuenta con tres afluentes principales: el río San José, Achumani e Irpavi, desembocando finalmente en el Choqueyapu. Debido a las variaciones en su entorno, el río está dividido en tres zonas distintas, la zona media del Jillusaya atraviesa el campus universitario de Cota Cota, donde se encuentra el centro experimental perteneciente a la Facultad de Agronomía, el centro realiza actividades agropecuarias y el agua del río es desviada mediante una sedimentación para su uso en riego (Flores *et al.*, 2010).

El río divide el campus universitario en diferentes sectores. En el lado este del río, el caudal fluye sin limitaciones laterales naturales, mientras que en el lado oeste está canalizado y bordeado por vegetación que crea un microclima propicio para el hábitat de aves. Al norte se encuentra la Facultad de Agronomía (Centro Experimental Cota Cota), donde se llevan a cabo diversas actividades relacionadas con la agricultura y la investigación. Al sur, aunque intervenido, se conservan áreas boscosas y matorrales que poseen un alto valor paisajístico y ambiental (PDCCC, 2009).

2.4 .- Suelo

En el Centro Experimental Cota Cota predomina un suelo del tipo vertisol, según la clasificación de la Soil Taxonomy, la cual indica que es un orden que agrupa a los suelos que contienen arcillas que se dilatan y contraen produciendo grietas que son más grandes y profundas en los periodos de humedad deficiente. Muchas de sus propiedades están sujetas a la textura fina. Son plásticos, pegajosos, tienen CIC moderadamente alto y gran capacidad de expansión y contracción (Pati, 2021).

2.5 .- Flora y fauna

Las Vegetación ha sido agrupadas en sus diferentes formas de vida, como ser: árboles, arbustos, enredaderas, hierbas, plantas crasas y plantas acuáticas. en toda la cuenca del río Jillusaya, las formas de vida más representativas son plantas herbáceas perennes (36%), plantas herbáceas de vida muy corta (35%), arbustos (13%), subarbustos (8%) y árboles (2%) (PDCCC, 2009).

El campus universitario de Cota Cota cuenta con una gran importancia natural, ya que alberga más del 60% de las aves observadas en el valle de La Paz, incluyendo especies de aves visitantes eventuales, también alberga 60% de especies de anfibios y poblaciones de vizcachas (*Lagidum viscacia*) (Zegarra, 2009 citado por PDCCC, 2009).

3.- MATERIALES

Para la realización del presente trabajo de investigación, se utilizó los siguientes materiales descritos a continuación:

3.1.- Material vegetal

- Semillas forrajeras certificadas provenientes de Nueva Zelanda: Achicoria (*Cichorium intybus L.*) variedad Punther y Llantén (*Plantago lanceolata L.*) variedad Boston.

3.2.- Material de campo

3.2.1.- Herramientas

- Azadón
- Picota
- Chuntilla
- Carretilla
- Pala
- Rastrillo
- Hoz
- Martillo

3.2.2.- Maquinaria agrícola

- 1 motocultor marca CHANGFA modelo CF 151 de 16HP de potencia, motor a Diésel

3.2.3.- Señalización y demarcación

- 20 estacas de madera 1" x 1" x 0,50 m (0,14 pie²)
- 20 letreros hechos de láminas de aluminio de (20 cm x 15 cm)
- 2 latas de pintura en aerosol multiuso negro y blanco (300 ml)
- 18 estacas de madera 2" x 3" x 0,70 m (1,2 pie²)
- 1 cinta de agua 50 m (para delimitación)
- 18 marcos de aforo (cuadrante) hechas de varilla núm.2 (40 cm x 40 cm) (0,16 m²)

3.2.4.- Instrumentos de medida

- 1 mini Balanza Digital de precisión portátil (Pocket Scale – 0,1 a 300 g)
- 1 balanza digital de piso 300 kg

- 1 cinta métrica de fibra de vidrio 50 m
- 1 cinta métrica flexible de 5 m
- 1 regla de 30 cm
- 1 calibrador de vernier

3.2.5.- Navegación y orientación

- GPS Essentials versión 4.5.10 (aplicación de Smartphone)

3.2.6.- Muestreo e identificación

- 1 bolsa de plástico transparente (25 cm x 35 cm)
- 25 bolsas plásticas (25 cm x 15 cm) de 2 micras color negro
- 30 sacos (yutes) de 72 cm x 110 cm de color azul
- 18 mini bolsas de papel bond (8 cm x 10 cm)
- 1 cinta masking tape, para etiquetar muestras

3.2.7.- Registro de información

- 1 teléfono inteligente (smartphone) con cámara para fotografías
- 1 libreta de registro de datos de la investigación
- 1 bolígrafo
- 2 marcadores indelebles

3.3.- Material de escritorio

- 1 agenda
- 1 lápiz
- 1 resaltador
- 1 calculadora CASIO fx 82ES PLUS
- Papel bond tamaño carta

3.4.- Material de oficina electrónico

- 1 computadora portátil (laptop) HP

- 1 impresora láser/color/MFP (multifunción)/de inyección de tinta
- 1 dispositivo escáner

3.5.- Software y programas de escritorio

3.5.1.- Software de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

- Google Earth Pro
- ArcGIS (ArcMap 10.2)

3.5.2.- Software de análisis estadístico

- Programa estadístico InfoStat versión 2020

3.5.3.- Software de diseño

- AutoCad versión 2021

3.5.4.- Programas Office

- Microsoft Office 2010 (Word, Excel y PowerPoint)

3.6.- Material de archivo digital

- Imágenes satelitales de Google Earth Pro para la identificación del área experimental
- Base de datos climáticos en formato digital del sistema NASA-POWER (NP) del área de investigación
- Bibliografías obtenidas de repositorios académicos de universidades relacionadas con la investigación

3.7.- Material de laboratorio

- 1 balanza analítica digital Highland, serie “HCB 302”, con capacidad de 300 g y precisión de 0,01 g
- 1 estufa universal marca Memmert con un rango de temperatura de +30°C a +220°C.
- 25 sobres manila (36,5 cm x 44,5 cm)

4.- METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La presente investigación se llevó a cabo durante un periodo de 84 días, desde la siembra hasta la cosecha de ambas especies forrajeras (8 de enero al 2 de abril). En este lapso, se evaluaron las variables agronómicas, productivas, económicas y la calidad del forraje. Adicionalmente, se realizó un seguimiento de la fenología del cultivo de Achicoria durante 315 días y del cultivo de Llantén durante 173 días.

4.1.- Tipo de estudio

La investigación de tipo experimental en la que se verifica la causa-efecto de las variables de respuesta, según los factores de estudio.

4.2.- Diseño experimental

La investigación se realizó con el “Diseño de Bloques al Azar” (DBA), con dos factores de estudio donde se tendrá, como Factor A las especies forrajeras, y Factor B la densidad de siembra, haciendo 6 tratamientos, con 3 repeticiones, con 18 unidades experimentales.

El modelo lineal aditivo se expresa en la forma siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha * \gamma)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Una observación

μ = Media general

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del Factor A (Especie forrajera)

γ_j = Efecto del j-ésimo nivel del Factor B (Densidad de siembra)

$(\alpha * \gamma)_{ij}$ = Efecto del i-ésimo nivel de A con el j-ésimo nivel de B (interacción AxB; especie x densidad)

E_{ijk} = Error experimental

4.3.- Factores y niveles de estudio

Los factores de estudio se detallan a continuación:

Cuadro 2.- Factores de estudio

Factor A (Especies forrajeras)	Factor B (densidades de siembra)
a1 = Achicoria	b1 = Achicoria a 6 kg/ha
	b2 = Achicoria a 8 kg/ha
	b3 = Achicoria a 10 kg/ha
a2 = Llantén	b4 = Llantén a 7 kg/ha
	b5 = Llantén a 9 kg/ha
	b6 = Llantén a 11 kg/ha

Fuente: Elaboración propia con base en el diseño experimental de la investigación (2022).

4.4.- Tratamientos

Con la combinación de los factores A x B, se tiene los siguientes tratamientos:

$$T_1 = a_1 b_1 : \text{Achicoria x 6 kg/ha (25\%)}$$

$$T_2 = a_1 b_2 : \text{Achicoria x 8 kg/ha (33\%)}$$

$$T_3 = a_1 b_3 : \text{Achicoria x 10 kg/ha (42\%)}$$

$$T_4 = a_2 b_4 : \text{Llantén x 7 kg/ha (25\%)}$$

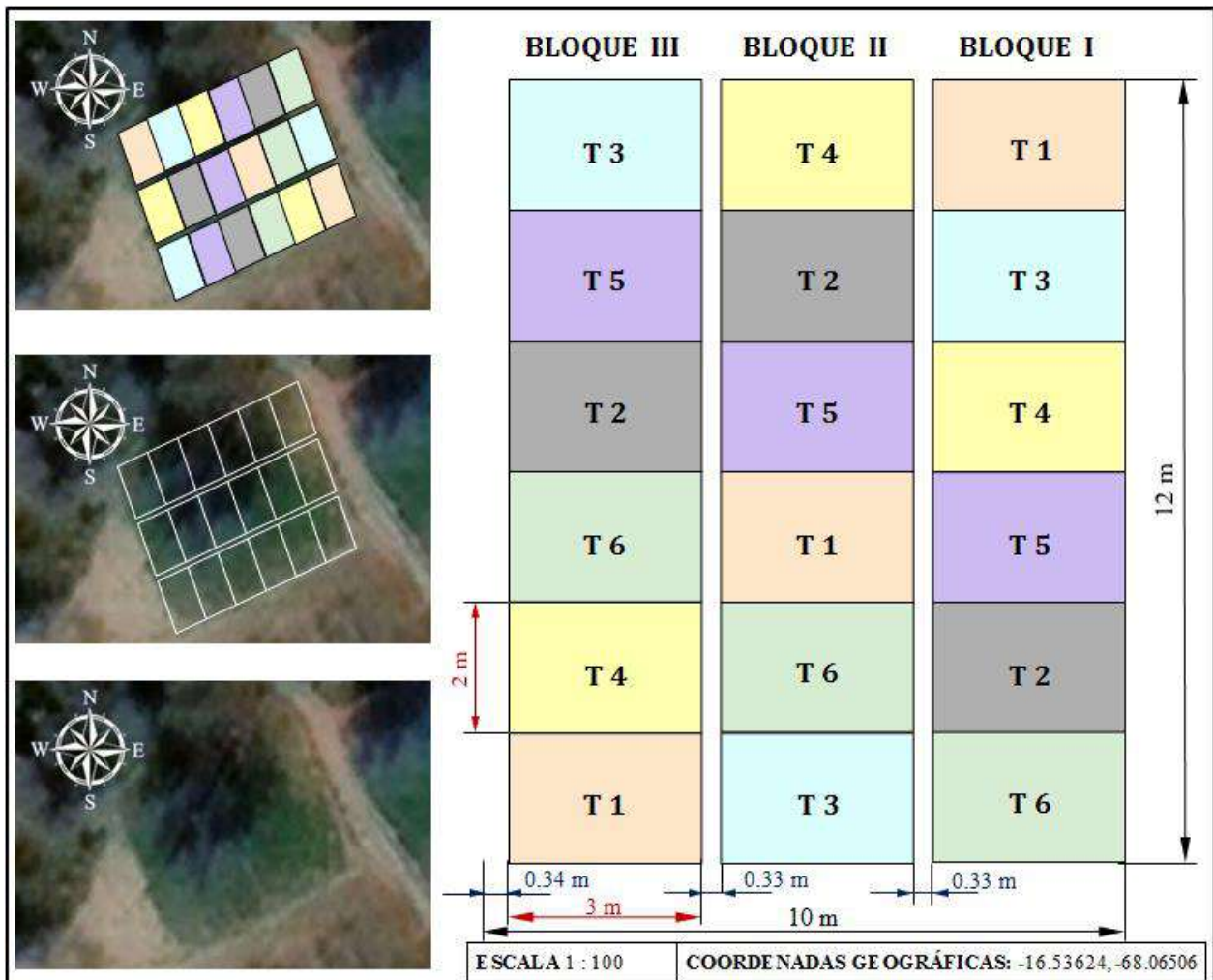
$$T_5 = a_2 b_5 : \text{Llantén x 9 kg/ha (33\%)}$$

$$T_6 = a_2 b_6 : \text{Llantén x 11 kg/ha (42\%)}$$

4.5.- Croquis del experimento

La investigación se llevó a cabo en un área de 120 m², con 6 tratamientos y 3 repeticiones, resultando en 18 unidades experimentales, cada una con un área de 6 m². Las unidades experimentales se distribuyeron en tres bloques, con pasillos entre los bloques de 0,33 y 0,34 m.

Figura 3.- Croquis de las unidades experimentales.



Fuente: Elaboración propia a partir del diseño experimental del área de estudio utilizando el software AutoCAD e imagen satelital extraída de Google Earth Pro (2022).

4.6.- Variables de respuesta

Para el presente trabajo de investigación se evaluó las siguientes variables:

4.6.1.- Variables agronómicas

- Grado de viabilidad de las semillas (%)
- Altura planta (cm)
- Largo de hoja (cm)

- Ancho de hoja (cm)
- Número de hojas (N°)

4.6.2.- Variables de productividad

- Rendimiento de materia verde (kg/ha)
- Rendimiento de materia seca (kg/ha)

4.6.3.- Calidad de forraje

- Calidad de forraje (Análisis Bromatológico)

4.6.4.- Variables económicas

- Relación Beneficio Costo B/C (Bs)

4.7 .- Análisis estadístico

4.7.1.- Análisis de varianza (ANVA)

El análisis de varianza de los datos recolectados se realizó mediante el programa estadístico denominado Infostat a un nivel de significancia al 5%.

4.7.2.- Prueba Duncan

El método de Prueba Duncan se utilizó para la comparación de medias con un nivel de significancia de 5%.

5.- PROCEDIMIENTO DE CAMPO

5.1 .- Reconocimiento de la parcela experimental

Se llevó a cabo el reconocimiento para definir el área experimental y las características edáficas y topográficas, incluida la pendiente del sitio. Durante este proceso, se observaron especies vegetales presentes, tales como el pasto kikuyo, la malva común, la quinua silvestre y el diente de león.

Fotografía 1.- Reconocimiento de la parcela.

Fuente: Callizaya M. (2021).

5.2 .- Preparación del área

Para el establecimiento de las unidades experimentales, se procedió con la limpieza del terreno mediante el despeje de malezas y otras especies vegetales. Posteriormente, se llevó a cabo la roturación con el fin de airear el suelo, seguido del mullido y la homogeneización de la capa superficial del suelo mediante el rastrado y nivelado. Finalmente, se aplicó maquinaria agrícola, específicamente un motocultor, para asegurar que la parcela quedara en óptimas condiciones para la siembra.

Fotografía 2.- Preparación del terreno

Fuente: Quenta J. (2022).

5.3.- Preparación de semillas para la siembra

Se llevó a cabo el pesaje de las semillas (anexo 10 y 11) de acuerdo con las definiciones de las densidades de siembra establecidas en la investigación. Las semillas fueron preparadas conforme a la distribución de los tratamientos y las unidades experimentales, asignándoles los códigos correspondientes según el diseño experimental del estudio.

Fotografía 3.- Proceso de asignación de semillas según diseño



Fuente: Callizaya M. (2022).

5.4.- Delimitación y trazado de la parcela experimental

Se procedió con la delimitación del área total. Posteriormente, se llevó a cabo la distribución de las unidades experimentales en la parcela de acuerdo con el diseño experimental planteado. Se demarcaron 18 unidades experimentales, cada una con un área de 6 m² (3 m x 2 m), utilizando una cinta métrica, una cinta de agua y estacas. Además, se dejó una separación de 33 y 34 cm de pasillo entre bloques. Luego, se utilizó la aplicación GPS Essentials versión 4.5.10 para tomar puntos de los vértices del área experimental, usando la opción de agregar waypoint, para identificar posteriormente la parcela en Google Earth Pro.

Fotografía 4.- Establecimiento de las unidades experimentales

Fuente: Quenta J. (2022).

5.5 .- Siembra

La siembra de las especies forrajeras Achicoria y Llantén se llevó a cabo el 8 de enero de 2022, utilizando el método de siembra en hileras a chorro continuo, con densidades de acuerdo al diseño experimental asignado por tratamiento en las unidades experimentales. Las semillas se sembraron a una profundidad de 0,5 cm, resultando en un total de 15 a 16 surcos por unidad experimental.

Fotografía 5.- Siembra de las especies forrajeras

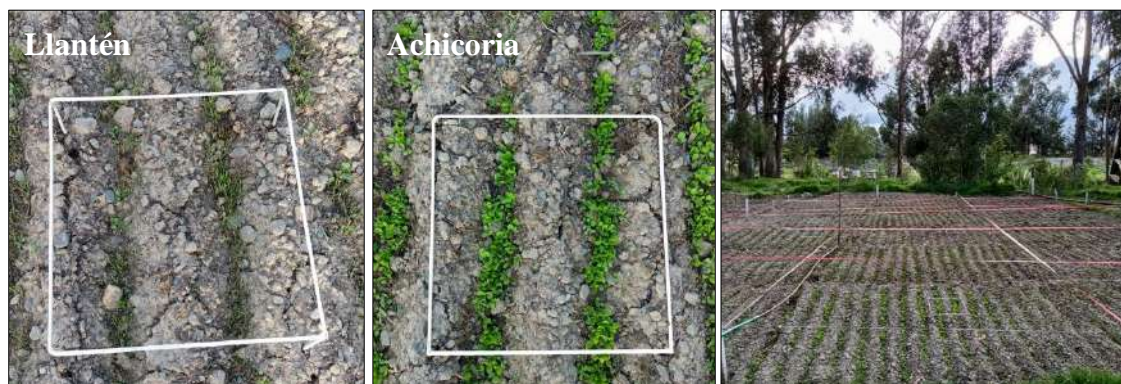
Fuente: Quenta J. (2022).

Cada unidad experimental abarcó un área de 6 m², utilizando densidades de siembra de 6, 8 y 10 kg/ha para la especie Achicoria y de 7, 9 y 11 kg/ha para la especie Llantén. Las densidades de 6 kg/ha para Achicoria y 7 kg/ha para Llantén se emplearon como testigos, sirviendo como referencia de cultivo.

5.6.- Marcos de aforo/cuadrantes

Con el fin de determinar las variables de respuesta, se implementaron cuadrantes en cada unidad experimental. Cada cuadrante o marco de aforo tenía una dimensión de 0,40 m x 0,40 m, delimitando así el área de evaluación. Estos cuadrantes se utilizaron para la recolección de datos sobre altura de planta, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas, materia verde, materia seca y calidad de forraje.

Fotografía 6.- Colocación de cuadrantes en cada unidad experimental



Fuente: Callizaya M. (2022).

5.7.- Identificación de las unidades experimentales

Una vez realizada la siembra, se procedió a señalar cada unidad experimental con letreros (T1, T2 y T3) para Achicoria y (T4, T5 y T6) para Llantén. Estos correspondían a los 6 tratamientos, con 3 repeticiones, lo que resultaba un total de 18 unidades experimentales. Las unidades se distribuyeron en 3 bloques en el área de investigación con el fin de identificar cada una durante la toma de datos.

Fotografía 7.- Identificación de unidades experimentales



Fuente: Callizaya Z. (2022).

5.8.- Labores culturales

5.8.1.- Deshierbe y Aporque

Se realizó el desmalezado cuando ambas especies desarrollaron 5 hojas verdaderas, que es la primera fase de crecimiento de la planta, con el propósito de favorecer el desarrollo radicular y asegurar el anclaje de las plantas en el suelo, erradicando la competencia de luz y nutrientes con la presencia de malezas, Para el propósito se empleó la herramienta chuntilla para la actividad y, posteriormente, se realizó el aporque, controlando las malezas encontradas como malvas, tréboles, reloj-reloj y bolsa de pastor.

Fotografía 8.- Desmalezado y aporque

Fuente: Callizaya M. (2022).

6.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**6.1.- Análisis del suelo**

Para el análisis físico y químico del suelo, se extrajo una muestra de toda el área experimental utilizando el tipo de muestreo zigzag a una profundidad de 20 cm, de una superficie plana, se homogeneizó la muestra de suelo y luego se llevó a cabo el cuarteo, seleccionando cuartos opuestos. La muestra se colocó en una bolsa y posteriormente se envió al Laboratorio de Suelos y Aguas "LAFASA" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

Fotografía 9.- Muestra de suelo



Fuente: Callizaya M. (2022).

6.2 .- Registro de datos climáticos del sistema NASA-POWER (NP) del área de estudio

Para el registro de los datos climáticos, tales como la temperatura, la precipitación y la humedad relativa del área de estudio, se empleó el sistema de NASA - POWER (Prediction Of Worldwide Energy Resources). Este sistema, desarrollado por la NASA, proporciona datos climáticos precisos a nivel global a través de una plataforma en línea. Se introdujeron las coordenadas geográficas representativas de la parcela (-16.53624, -68.06506) y posteriormente se seleccionaron los datos climáticos de interés, desde la siembra hasta la cosecha. El sistema generó una base de datos en formato digital, como se puede observar en los anexos 4, 5 y 6.

6.3 .- Evaluación de las variables agronómicas de los cultivos

6.3.1.- Grado de viabilidad de las semillas (%)

Se realizó la prueba de viabilidad de semillas de las especies forrajeras Achicoria y Llantén el 02 de enero del 2022. Se utilizaron dos recipientes de plástico como estructura física y algodón simulando el suelo. Se humedeció el algodón y se colocaron 100 semillas al azar de Achicoria y Llantén en cada recipiente (Prueba 1:100), observando el porcentaje de semillas germinadas, siendo que cada unidad de semilla equivalía al 1%. Después de 5 días, emergieron, mostrando sus primeros cotiledones. Este proceso se realizó con el fin de conocer la viabilidad de las semillas y comprender cómo se comportan en la parcela.

Fotografía 10.- Prueba de viabilidad de semillas de achicoria y llantén



Fuente: Callizaya M. (2022).

6.3.2.- Altura planta (cm)

Se consideró altura de planta a la hoja más larga de la planta desarrollada

Fotografía 11.- Medición de altura de planta



Fuente: Callizaya M. (2022).

La altura de planta en ambas especies forrajeras se midió en centímetros (cm), desde la base de la planta hasta la parte apical, tanto en Achicoria como en Llantén. Se registraron y leyeron estos datos desde la aparición de las hojas verdaderas de la planta hasta el momento de la cosecha, con una frecuencia cada 21 días, realizando las mediciones a los 21, 42, 63 y 84 días.

Fotografía 12.- Registro de altura de planta achicoria y llantén

Fuente: Quenta J. (2022).

6.3.3.- Largo de hoja (cm)

El largo de hoja de la planta en ambas especies forrajeras se midió en centímetros, desde la base de la planta de Achicoria y Llantén hasta la parte apical de la planta, considerando las hojas más representativas. Se seleccionaron al azar 6 plantas y se registró el promedio. El registro y la lectura de datos se realizaron cada 21 días, desde la aparición de las hojas verdaderas de la planta.

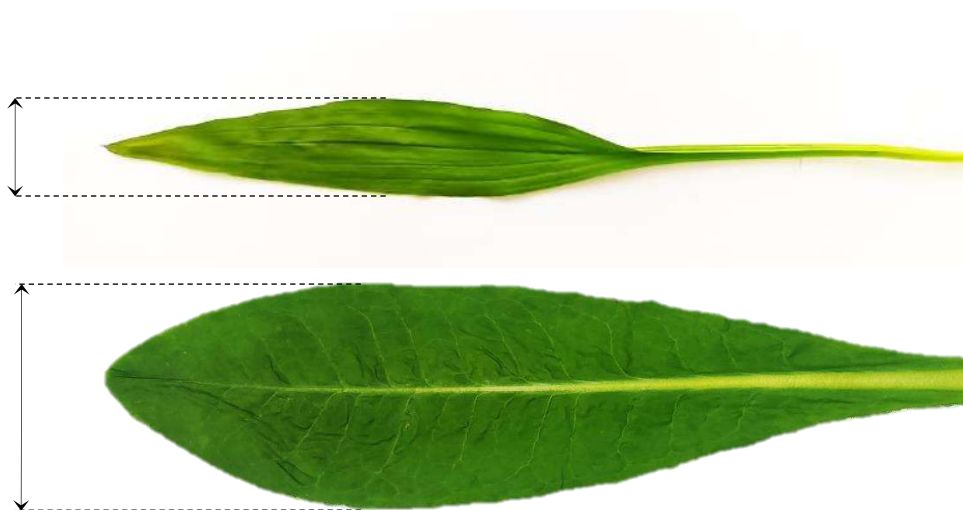
Fotografía 13.- Registro de largo de hoja achicoria y llantén

Fuente: Quenta J. (2022).

6.3.4.- Ancho de hoja (cm)

El ancho de la hoja en ambas especies forrajeras se midió en centímetros. Se tomó el ancho máximo de cada limbo foliar, desde el margen derecho al izquierdo, de las mismas hojas que se registraron para el largo. Posteriormente, se promediaron las medidas obtenidas.

Fotografía 14.- Medición de ancho de hoja



Fuente: Callizaya M. (2022).

El registro y la lectura de este dato se llevaban a cabo cada 21 días, empezando desde la aparición de las hojas verdaderas de la planta. Este intervalo de tiempo permitía un seguimiento regular del crecimiento y desarrollo de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo.

Fotografía 15.- Registro de ancho de hoja achicoria y llantén

Fuente: Callizaya M. y Quenta J. (2022).

6.3.5.- Número de hojas (N°)

El número de hojas de las plantas en ambas especies forrajeras se contabilizó en el momento de la cosecha. Se registraron todas las hojas de las plantas, tanto grandes como pequeñas, en ambas especies, que estaban dentro del marco de aforo.

Fotografía 16.- Registro de número de hojas achicoria y llantén

Fuente: Callizaya M. (2022).

6.4.- Evaluación de las variables de productividad de los cultivos**6.4.1.- Rendimiento de Materia Verde (kg/ha)**

El rendimiento de Materia Verde se realizó bajo la metodología de marco de aforo (40 x 40 cm). Se llevó a cabo el corte del forraje con la herramienta llamada hoz, a una altura de 3 cm sobre el suelo. Posteriormente, se pesó en la balanza, registrando el dato para luego expresarlo en kg/ha, y se guardó en una bolsa plástica para obtener el dato de Materia Seca.

Fotografía 17.- Rendimiento de MV achicoria

Fuente: Callizaya M. (2022).

Fotografía 18.- Rendimiento de MV llantén



Fuente: Callizaya M. (2022).

Fotografía 19.- Pesaje de MV achicoria y llantén



Fuente: Callizaya M. (2022).

La cosecha de la parcela experimental se realizó el 2 de abril de 2022, cuando se observó que ambas especies forrajeras habían alcanzado su máximo desarrollo en cuanto a producción de biomasa, lo cual se evidenció por la senescencia de algunas hojas basales. El forraje se cortó en cada unidad experimental a una altura de 3 cm sobre el suelo utilizando la herramienta hoz. Posteriormente, se introdujo en sacos y se pesó utilizando una balanza digital de precisión de piso.

Fotografía 20.- Cosecha de la parcela experimental



Fuente: Callizaya M. (2022).

Fotografía 21.- Pesaje de sacos de MV de cada unidad experimental



Fuente: Callizaya B. (2022).

6.4.2.- Rendimiento de Materia Seca (kg/ha)

Para la determinación del rendimiento de Materia Seca del forraje cosechado se introdujo en sobres manila con la identificación respectiva de los tratamientos. Posteriormente, se llevó al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, donde se realizó la determinación de MS mediante una estufa universal de marca Memmert, sometiéndola a una temperatura de 70 °C durante tres días. Finalizado el secado, se procedió a pesar y registrar el dato de la Materia Seca de ambas especies forrajeras.

Fotografía 22.- Rendimiento de MS achicoria y llantén



Fuente: Callizaya M. (2022).

6.5.- Análisis bromatológico (Calidad de forraje)

Para el análisis bromatológico de ambas especies forrajeras, las muestras fueron obtenidas por unidad experimental luego mediante el método de cuarteo se obtuvo el 1 kg de forraje como muestra por tratamiento de ambas especies posteriormente se envió al laboratorio de la fundación CETABOL el 3 de Abril del 2022, se encuentra en el departamento de Santa Cruz de la Sierra-Bolivia donde se analizó las características de Materia Seca, Cenizas, Proteína Bruta, Extracto etéreo (grasa), Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC o FB), Fibra Detergente Ácido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg); en ambas especies forrajeras todas expresadas en %.

Fotografía 23.- Muestras de achicoria y llantén para análisis bromatológico



Fuente: Callizaya M. (2022).

6.6 .- Análisis económico

Se realizó la determinación de la relación beneficio/costo, expresada de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{Total ingresos (Bs)}}{\text{Total Costos (Bs)}}$$

Dónde:

B/C >1: Rentable.

B/C = 1: Punto de equilibrio (sin utilidad ni pérdida).

B/C <1: No rentable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO

De acuerdo con el reporte de análisis, el suelo de la investigación presenta una clase textural tipo franco arcilloso. El pH registró en 7,40, lo que indica una ligera alcalinidad. La conductividad eléctrica es de 0,223 mmhos/cm, considerada baja y clasificada como suelo no salino. El contenido de potasio intercambiable con 1,026 meq/100g, catalogado como alto. El contenido de nitrógeno total es de 0,27%, la materia orgánica alcanza un 4,03% y el fósforo disponible es de 84,1 ppm, todos ellos considerados altos en contenido (anexo 3); por lo tanto, se concluye que estos suelos son adecuados para la agricultura y son cultivables.

Cuadro 3.- Análisis físico y químico del suelo

PARAMETROS		UNIDAD	RESULTADOS
TEXTURA	Arena	%	24
	Limo	%	41
	Arcilla	%	35
	Clase textural	-	Franco arcilloso
pH en H ₂ O relación 1:5		-	7,40
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmhos/cm	0,223
Potasio intercambiable		meq/100g S.	1,026
Nitrógeno total		%	0,27
Materia orgánica		%	4,03
Fosforo disponible		ppm	84,1

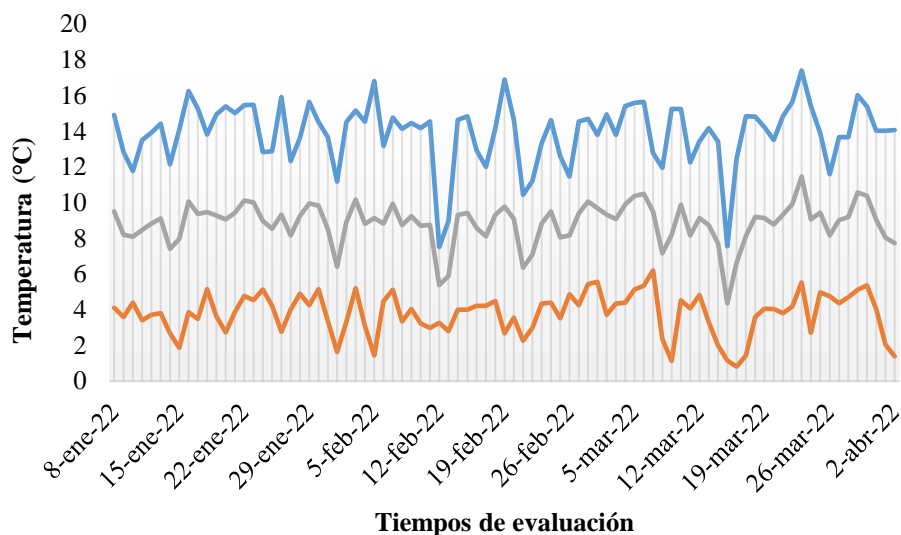
Fuente: Análisis físico y químico del suelo del área experimental, LAFASA - UMSA (2022).

2.- CLIMADIOGRAMA

El clima en la región está influenciado por las altitudes altas y bajas, con fuentes de masas de aire húmedo provenientes de la cuenca del Amazonas durante las estaciones de lluvia, y estaciones secas marcadas tanto en el norte como en el sur, especialmente durante las estaciones de invierno, con precipitaciones significativas, y menos lluvias en verano. En el macrodistrito Sur, que incluye la Estación Experimental Cota Cota, el clima presenta características de valle (PDM-LP, 2000-2004). La temperatura media anual es de 9°C, con una máxima anual de 21°C y una mínima anual de -0,6°C. El periodo de lluvias se extiende de diciembre a marzo, mientras que el

resto del año es seco. La humedad relativa promedio anual es del 46%, y la precipitación media anual alcanza los 400 mm (Tarqui, 2016).

Figura 4.- Temperatura de enero a abril de 2022.



Fuente: Elaboración propia con base de datos del (Anexo 4) extraídos de NASA - POWER (2022).

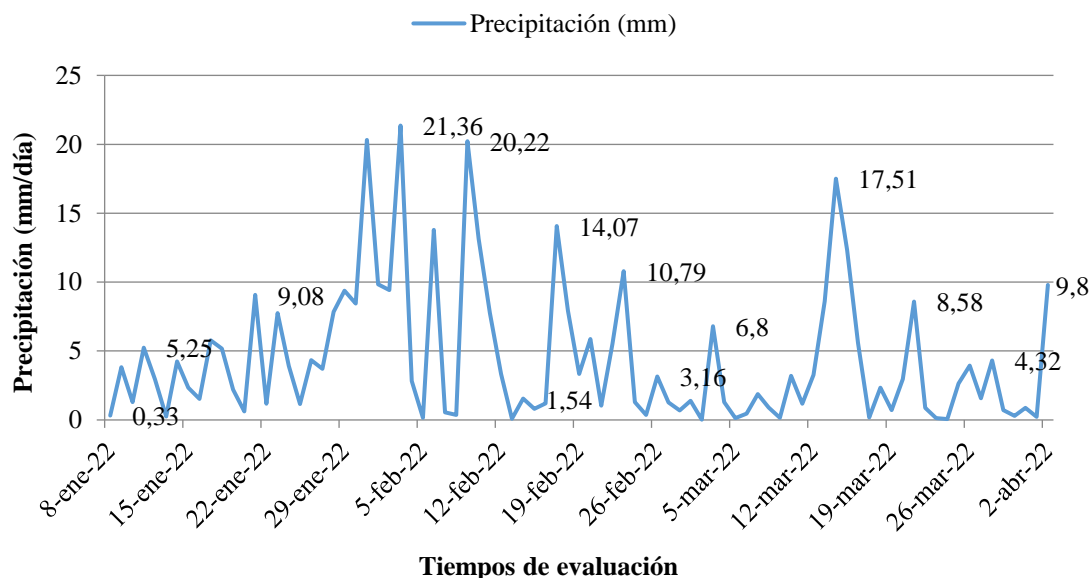
De acuerdo con el reporte, durante los períodos de evaluación de la producción de especies forrajeras (Achicoria y Llantén), se observó el comportamiento de las temperaturas. En el mes de enero, se registró un valor promedio de temperatura alta de 16,26 °C, con una mínima de 1,87 °C y un promedio de temperatura media de 10,00 °C; en febrero, se mantuvieron promedios similares, con una temperatura alta de 16,26 °C, una baja de 1,87 °C y una media de 10,00 °C; marzo, la temperatura alta fue de 16,90 °C, la mínima de 1,44 °C y una media de 9,17 °C. Por último, en abril, se registraron temperaturas altas de 17,40 °C, mínimas de 1,11 °C y una media de 9,25 °C.

Goites (2008) indica que la Achicoria es una planta muy rústica que puede resistir bajas temperaturas y prosperar en climas húmedos y subhúmedos. Del Pino (2012) menciona que puede sembrarse en cualquier época del año, con temperaturas óptimas entre 25 °C y 27 °C.

Por otro lado, el Llantén, nativo de Eurasia y presente en Bolivia, se encuentra principalmente en lugares de clima semihúmedo y templado, con una temperatura media anual de alrededor de 18°C y una precipitación media de 447 mm, las condiciones corresponden a los valles semihúmedos

(UMSS, 1996). Por lo tanto, las especies mencionadas en la presente investigación se encuentran dentro de los parámetros ambientales adecuados.

Figura 5.- Precipitación de enero a abril de 2022.



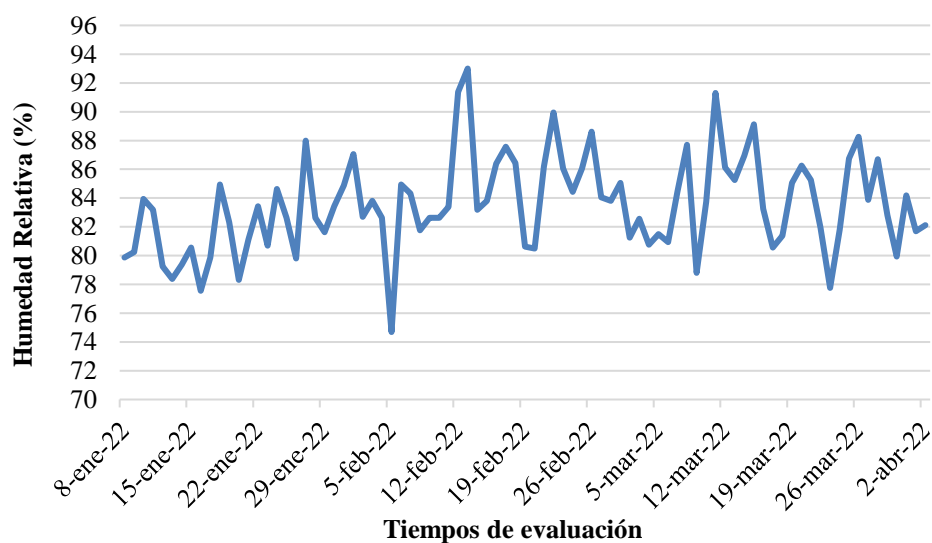
Fuente: Elaboración propia con base de datos del (Anexo 5) extraídos de NASA - POWER (2022).

Durante la investigación, se observaron variaciones en la precipitación en dos períodos específicos: a finales de enero y principios de febrero, así como a mediados de marzo. Durante los períodos, se registraron precipitaciones más altas, con valores entre 17,51 y 21,36 mm/día. Por otro lado, las precipitaciones mínimas se registraron en todos los meses durante la investigación, distribuidas de manera dispersa y con valores entre 0,02 y 4,32 mm/día. Los promedios mensuales oscilaron entre 6,80 y 14,07 mm/día, manifestándose alrededor de la veintena de cada mes.

La Achicoria (*Cichorium intybus*) es una excelente especie con una gran capacidad para producir forraje de buena calidad, especialmente en verano, cuando el déficit hídrico y las altas temperaturas limitan severamente la producción (Perrachón *et al.*, 2009); el cultivo se destaca por su crecimiento en otoño, la tolerancia de su follaje a las heladas y su capacidad para desarrollarse en periodos de déficit hídrico (Rebuffo, 2008).

El Llantén, conocido comúnmente como "siete venas" o "*Plantago*", es una planta perenne de crecimiento erecto e inercial, por su botánica requiere niveles mínimos de precipitaciones de al menos 500 mm Ramírez (2019). En Bolivia, su hábitat predominante son los lugares de clima semihúmedo y templado, con una precipitación fluvial media de 447 mm (UMSS 1996). Además, Barrios y Ayala (2014) mencionan que *Plantago lanceolata* es una especie que presenta una adecuada adaptación en ambientes poco fértiles y es tolerante a condiciones de sequía. Por lo tanto, las condiciones climáticas de precipitación para ambas especies, Achicoria y Llantén, se encuentran dentro de los rangos mencionados, lo que sugiere que el desarrollo de las plantas está influenciado por sus condiciones ambientales climáticas en relación con la precipitación.

Figura 6.- Humedad Relativa de enero a abril de 2022.



Fuente: Elaboración propia con base de datos del (Anexo 6) extraídos de NASA - POWER (2022).

Durante la investigación, se observaron fluctuaciones en los niveles de humedad relativa; los meses de febrero, específicamente los días 12, 13 y 26, se registraron porcentajes de humedad del 91,30%, 93,00% y 89,94%, respectivamente. En marzo, los días 22 y 26 mostraron un 91,31% y 89,12% de humedad, respectivamente. Por otro lado, el menor porcentaje de humedad se registró en febrero, el día 5, con un 74,69%; predominantemente, la humedad se mantuvo entre el 77,75% y el 84,00% durante el período de la investigación.

León *et al.*, (2018) Señala que los Valles Interandinos de los Andes, a altitudes comprendidas entre 2500 y 2900 m.s.n.m., las temperaturas oscilan entre 12 y 17 °C, las precipitaciones varían

entre 800 y 2000 mm, y la humedad relativa va desde el 65% en verano hasta el 85% en invierno; en los entornos, las especies de Achicoria y Llantén se desarrollan en asociación con árboles y arbustos.

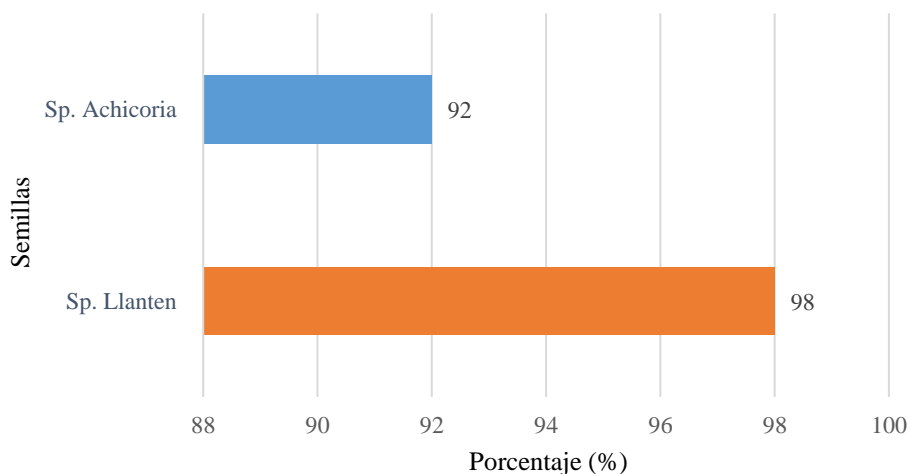
Durante la investigación de las especies en el Centro Experimental de Cota Cota, la humedad relativa registrada a través de la plataforma de la NASA - POWER mostró valores similares a los datos proporcionados por León *et al.*, (2018), los hallazgos sugieren condiciones favorables para el desarrollo normal de las especies mencionadas.

3.- ANÁLISIS DE LAS VARIABLES AGRONÓMICAS

3.1.- Porcentaje de germinación

Según los resultados de la prueba de viabilidad de semillas de Achicoria y Llantén, se observó un mayor porcentaje de viabilidad en la especie Llantén, con un registro de germinación del 98%. Mientras, la especie Achicoria mostró un porcentaje ligeramente menor, con una germinación del 92%; por tanto, se concluye que las semillas utilizadas en la investigación fueron altamente viables.

Figura 7.- Viabilidad de las semillas de especies forrajeras



Fuente: Elaboración con base en la observación de la prueba de viabilidad de las especies forrajeras, anexo 9 (2022).

3.2.- Altura planta

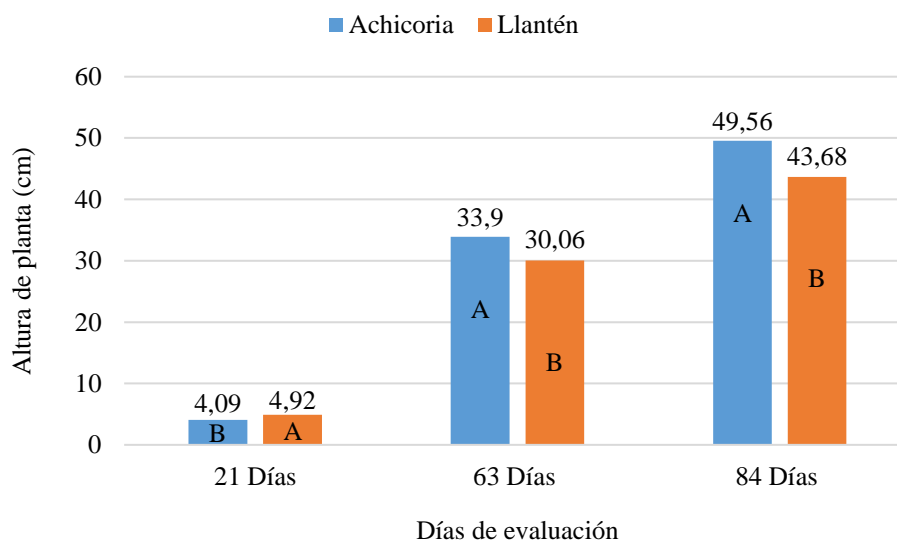
Cuadro 4.- ANVA de la altura planta

F.V.	21 Días		42 Días		63 Días		84 Días	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Bloque	6,94 *	0,0129	9,1 **	0,0056	7,21 *	0,0115	4,61 *	0,0381
Especie	901,91 **	<0,0001	0,07 ns	0,798	43,93 **	0,0001	21,23 **	0,001
Densidad	1,94 ns	0,1937	4,37 *	0,0433	4,88 *	0,0331	1,43 ns	0,2843
Especie*Densidad	1,96 ns	0,1918	0,07 ns	0,9283	0,47 ns	0,6385	0,29 ns	0,7533
C.V.	1,29		6,59		3,85		5,8	

** : Altamente significativo; * : Significativo; ns : No Significativo

Según el análisis de varianza (ANVA) de la variable altura de la planta, se observaron diferencias estadísticamente altamente significativas (<0,01) en el factor especie a los 21, 63 y 84 días de evaluación, así como en el factor bloque a los 42 días; con diferencias estadísticamente significativas (<0,05) en el factor bloque a los 21, 63 y 84 días, y en el factor densidad a los 42 y 63 días de evaluación; la interacción entre los factores no mostró diferencias estadísticas (>0,05); los coeficientes de variación oscilaron entre el 1,29% y el 6,59%, lo que indica que se encuentran dentro de los rangos aceptables para la investigación.

Figura 8.- Prueba DUNCAN de altura de planta en relación a las especies forrajeras

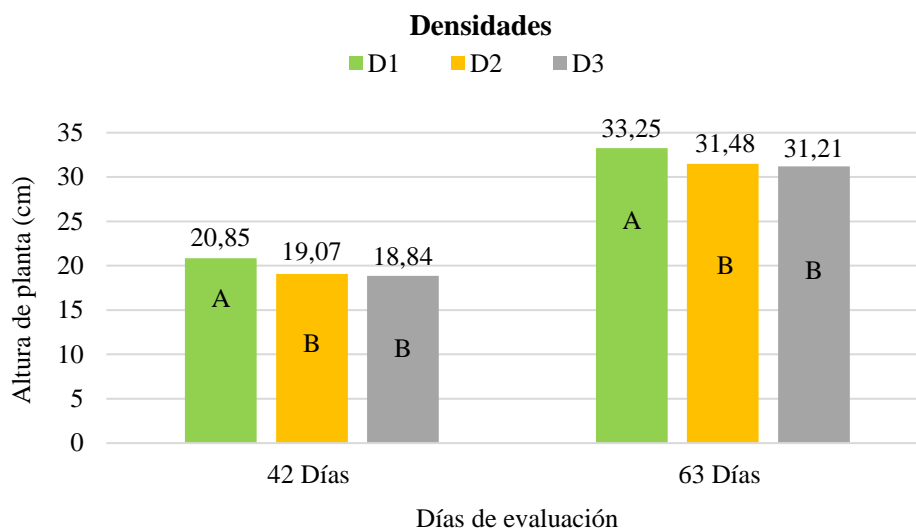


Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias de Duncan (0,05) aplicada a la variable altura de planta en relación a las especies forrajeras (Achicoria y Llantén), se observaron diferencias altamente significativas en distintos puntos temporales. A los 21 días, se registró una altura de planta mayor en la especie Llantén, con un promedio de 4,92 cm, la cual fue estadísticamente diferente de la especie Achicoria, con altura menor de 4,09 cm. Sin embargo, a los 63 y 84 días de evaluación, la Achicoria mostró una altura mayor, con un promedio final de 49,56 cm, mientras que el Llantén presentó una altura menor, con 43,68 cm; comportamiento donde la especie Achicoria tuvo un mejor desempeño, por sus características botánicas y su mayor adaptación al tipo de suelo y clima del lugar en comparación con la especie Llantén.

Paucar (2010), en la caracterización morfoagronómica del Llantén forrajero (*Plantago lanceolata*), reportó alturas promedio de 29,83; 38,73 y 55,42 cm en los estados de prefloración, floración y postfloración, respectivamente. Los estados de corte ocurrieron en tiempos de 63,25; 87,25 y 159,75 días, respectivamente; mientras que Andrango (2020), al observar el comportamiento agronómico de la Achicoria, registró alturas de planta de 37,77 cm a los 43 días y 44,14 cm a los 50 días.

Calizaya (2016), al evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de escarola (*Cichorium endivia L.*) tras el trasplante en ambientes templados, reportó alturas de 43,01 cm en G. Hortela y 44,23 cm en Pancalier. Por otro lado, Moreno y Rosas (2012), en su estudio de caracterización fenológica y nutricional de Achicoria y Llantén, registraron alturas promedio a los 89 días de 15,30 cm, 20,10 cm y 24,80 cm en Achicoria, y 15,40 cm, 20,20 cm y 24,70 cm en Llantén, respectivamente, las alturas son inferiores en comparación con las registradas en la investigación actual. Mientras, Momberg *et al.*, (2017), al evaluar tres variedades de Achicoria (*Cichorium intybus L.*) asociadas con ballica bianual, reportaron una altura promedio de 20 cm, alcanzando una altura de 25 cm en los tiempos indicados (50, 52 y 69 días), el corte se realizó dejando una altura de base de 5 cm.

Figura 9.- Prueba DUNCAN de altura de planta en relación a las densidades de siembra

Nota: Las densidades de siembra se denotan como D1 (densidad 1), D2 (densidad 2) y D3 (densidad 3).

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

La prueba de medias Duncan (0,05) de la variable altura planta en relación a las densidades de siembra de las especies forrajeras (Achicoria y Llantén) reporta, comportamiento similar a los 42 y 63 días de evaluación donde, a los 42 días la D1 (25%) registra un promedio mayor de 20,85 cm diferente ante la D2 (33%) y D3 (42%) y a los 63 días registrando promedios de 33,25; 31,48 y 32,21 cm respectivamente.

Moreno y Rosas (2012), en caracterización fenológica y nutricional de Achicoria (*Cichorium intybus*) y Llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo, ambas especies cultivadas en hileras a una densidad de siembra de 6 kg /ha obtuvieron alturas promedio de las plantas evaluadas en la cosecha a los 89 días de 15,30; 20,10 y 24,80 cm para Achicoria, y 15,40; 20,20 y 24,70 cm para Llantén, respectivamente, definieron como altura de planta la altura de la hoja más alta. Por su parte, Calizaya (2016), en condiciones atemperadas y mediante trasplante a los 35 días después de la siembra con densidades de 30x35, 35x35 y 40x35 cm, reportó que la cosecha de Achicoria a los 66 días después del trasplante alcanzó una altura de planta entre 43,01 cm y 44,23 cm.

Vega (2019) menciona que la Achicoria, una especie perteneciente a la familia Asteraceae, es un cultivo anual o bianual que puede llegar a medir entre 60 y 130 cm de altura. Por otro lado, el

desarrollo en altura del Llantén depende de la fertilidad del suelo, destacándose en ambientes de baja fertilidad, además, el Llantén es tolerante al déficit hídrico y a las altas temperaturas (Stewart, 1996).

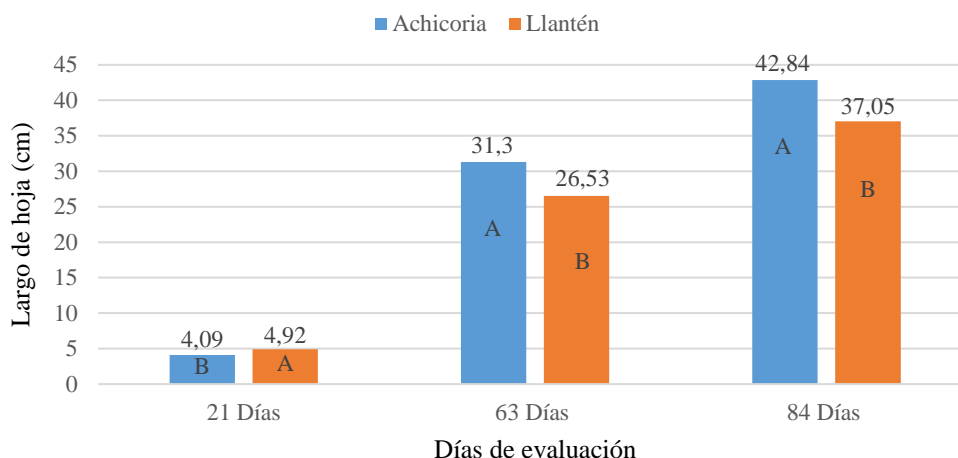
3.3.- Largo de hoja

Cuadro 5.- ANVA de largo de hoja

F.V.	21 Días		42 Días		63 Días		84 Días	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Bloque	6,94 *	0,0129	3,87 ns	0,057	3,64 ns	0,0649	5,58 *	0,0236
Especie	901,91 **	<0,0001	1,07 ns	0,3263	14,25 **	0,0036	22,93 **	0,0007
Densidad	1,94 ns	0,1937	0,13 ns	0,878	0,05 ns	0,9521	1,99 ns	0,1879
Especie*Densidad	1,96 ns	0,1918	0,77 ns	0,4889	0,31 ns	0,7399	0,2 ns	0,8199
C.V.	1,29		12,41		9,28		6,42	

** : Altamente significativo; * : Significativo; ns : No Significativo

Según el análisis de varianza ANVA, de la variable largo de hoja a diferentes tiempos de evaluación, se presenta altamente significativa ($<0,01$) en el factor de las especies a los 21, 63 y 84 días; estadísticamente significativo ($<0,05$) en bloque a los 21 y 84 días. Finalmente, no significativos ($>0,05$) en el factor especie a los 42 días y bloque a los 42 y 63 días, así como también el factor densidad y la interacción de los factores en los tiempos de evaluación; con coeficientes de variación entre rango de 1,29 a 12,41 %, los cuales están dentro de los parámetros aceptables de investigación de este tipo.

Figura 10.- Prueba DUNCAN de longitud de hoja en relación a las especies forrajeras

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias de Duncan (0,05) aplicada a la variable longitud de la hoja en relación a las especies forrajeras (Achicoria y Llantén), se observaron diferencias altamente significativas en distintos puntos temporales. A los 21 días, se registró una longitud de hoja mayor en la especie Llantén, con un promedio de 4,92 cm, lo cual fue estadísticamente diferente de la especie Achicoria, que presentó una longitud de hoja menor de 4,09 cm. Sin embargo, a los 63 y 84 días de evaluación, la Achicoria mostró una longitud de hoja mayor, con un promedio final de 42,84 cm, mientras que la Llantén presentó una longitud de hoja menor, con 37,05 cm.

Realizando la comparación de la longitud de hoja de las especies forrajeras, se podrían considerar las características botánicas y de crecimiento de cada especie. La Achicoria tenía inicialmente una longitud de hoja menor que el Llantén y luego lo superó, se debe a que el Llantén, al principio, tiene una estrategia de establecimiento rápido, es posible que el Llantén invierta más recursos en el crecimiento de sus hojas inicialmente para captar luz solar rápidamente y realizar fotosíntesis de manera eficiente, además sus hojas son de forma lanceolada.

Por otro lado, la Achicoria puede tener un crecimiento más lento en las etapas iniciales debido al desarrollo de su sistema radicular, lo que puede retrasar su crecimiento foliar temprano, pero facilita un mejor aprovechamiento de nutrientes a largo plazo. A un inicio, la Achicoria tiene hojas de forma obovada, y más adelante desarrolla hojas con forma oblanceolada; en la

investigación, se registraron las medidas de hoja (peciolo, limbo y ápice) para las especies forrajeras en diferentes tiempos de evaluación.

Según Moreno y Rosas (2012), al evaluar la caracterización fenológica y nutricional de la Achicoria (*Cichorium intybus*) y el Llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo, reportaron medidas de largo de hojas con promedios de 15,3, 20,1 y 24,8 cm para la Achicoria, y de 15,4, 20,2 y 24,7 cm para el Llantén; los valores se encuentran próximos a los 63 días de crecimiento en la presente investigación.

Promedios menores fueron reportados por Hernández (2022) al evaluar el comportamiento agronómico y la producción del Llantén (*Plantago lanceolata* L.). Con dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico, registró un promedio de 12,18 cm de longitud de hoja, a los 26 días entre cortes, midiendo desde la terminación del pecíolo hasta el ápice de la hoja.

Según los resultados reportados, las hojas del Llantén son glabras, ovaladas, con largos pecíolos adheridos al tallo que miden unos 50 cm de largo en plantas adultas. El pecíolo es liso y mide aproximadamente 15 cm de largo (Blanco *et al.*, 2008). Por otro lado, la Achicoria cultivada al aire libre en verano alcanza una altura de 45-50 cm (Schoofs y Langhe, 1988).

3.4.- Ancho de la hoja

Cuadro 6.- ANVA de ancho de hoja

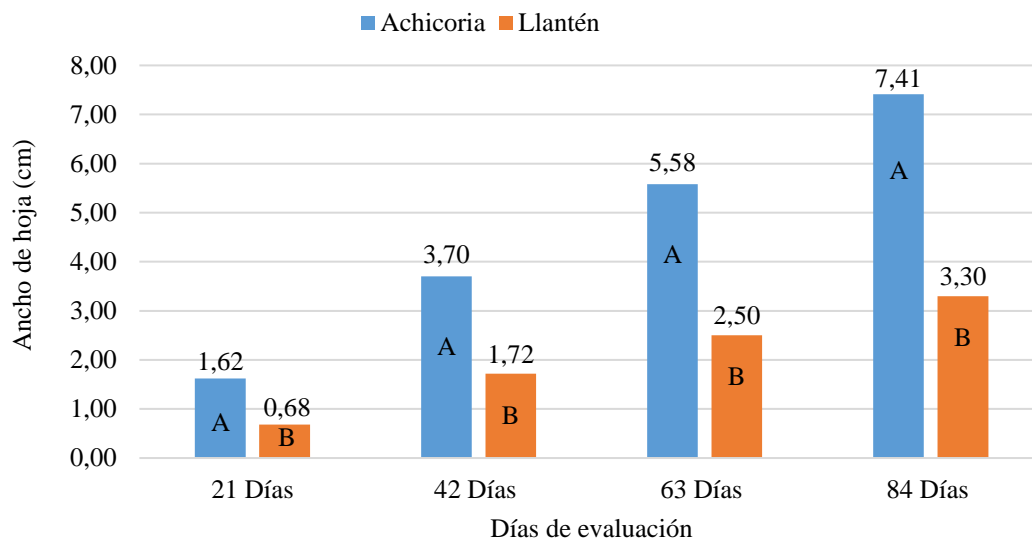
F.V.	21 Días		42 Días		63 Días		84 Días	
	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor	F	p-valor
Bloque	6,773 *	0,0138	1,73 ns	0,2259	3,74 *	0,0613	5,91 *	0,0202
Especie	4374,792 **	<0,0001	226,12 **	<0,0001	499,79 **	<0,0001	744,79 **	<0,0001
Densidad	3,032 ns	0,0935	0,92 ns	0,4291	6,77 *	0,0138	19,07 **	0,0004
Especie*Densidad	0,954 ns	0,4178	0,1 ns	0,905	2,25 ns	0,1559	3,29 ns	0,0797
C.V.	2,63		10,32		7,22		5,97	

**: Altamente significativo; *: Significativo; ns: No Significativo

Según el ANVA de la variable ancho de hoja a diferentes tiempos de evaluación presenta, altamente significativa (<0,01) en el factor de las especies, como también en el factor densidad a los 84 días; estadísticamente significativo (<0,05) en bloque a los 21, 63 y 84 días, asimismo en factor densidad a los 63 días finalmente, no significativos (>0,05) en la interacción de los factores

en tiempos de evaluación de la misma forma en el factor densidad a los 21, y 42 días y en bloque a los 42 días de evaluación; con coeficientes de variación entre rango de 2,63 a 10,32% las cuales están dentro de los parámetros de investigación.

Figura 11.- Prueba DUNCAN de ancho de hoja en relación a las especies forrajeras

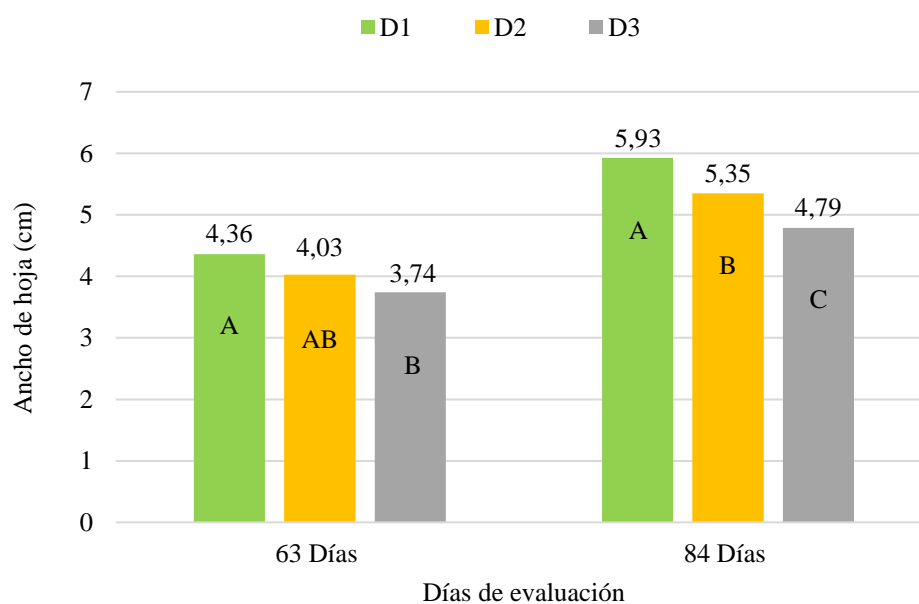


Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según los resultados de la prueba de medias Duncan (0,05) para la variable ancho de hoja en relación a las especies forrajeras en todos los tiempos de evaluación (21, 42, 63 y 84 días) muestra, con mayor ancho de hoja en la especie Achicoria registrando valores de 1,62; 3,70; 5,58 y 7,41 cm respectivamente mostrando un desarrollo gradual a lo largo de los tiempos de evaluación, diferente ante la especie de Llantén reportando menor ancho de hoja con 0,68; 1,72; 2,50 y 3,30 cm en los mismos periodos. Por tanto, dado los resultados se observa que el comportamiento de crecimiento del ancho de hoja de ambas especies se desarrolló de manera gradual durante el tiempo de estudio. La diferencia en el ancho de hoja entre las especies se puede atribuir a sus características botánicas específicas. La Achicoria se distingue por sus hojas basales dispuestas en roseta, con una forma oblanceolada que las hace más estrechas. Por otro lado, las hojas de Llantén tienen una forma lanceolada (en forma de lanza) con nervaduras paralelas, lo que significa que son más largas que anchas y se estrechan hacia ambos extremos, también dispuestas en roseta.

Vega (2019), en su investigación sobre la utilización de diferentes tipos de mezclas forrajeras de Achicoria para conejos mejorados y criollos, reporta un ancho de hoja de 12 cm. Por otro lado, Blanco *et al.*, (2008) indican que la especie de Llantén puede alcanzar hasta 20 cm de ancho de hoja en plantas adultas.

Figura 12.- Prueba DUNCAN de ancho de hoja en relación a las densidades de siembra



Nota: Las densidades de siembra se denotan como D1 (densidad 1), D2 (densidad 2) y D3 (densidad 3).

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias Duncan (0,05) de la variable ancho de hoja en relación a la densidad de siembra a los 63 días presenta, el mayor ancho de hoja en la densidad D1 (25%) con promedio 4,36 cm, seguidos por la densidad D2 (33%) con 4,03 cm y la densidad de D3 (42%) registrando un promedio de 3,74 cm; a los 84 días de la misma manera expresa el mayor ancho de hoja en la densidad siembra de 25% (D1) diferente ante la densidad D2 (33%) y D3 (42%) con promedios de 5,93; 5,35 y 4,79 cm respectivamente. El comportamiento de las especies en relación al ancho de hoja, las densidades de siembra son factores que determina en ancho de la hoja de especies, donde se percata que al 25% (Achicoria 6 kg/ha y Llantén 7 kg/ha) son los que han generado mejores resultados, por tanto, a menor densidad mayor ancho de hoja en las dos especies.

Resultados próximos fueron registrados por Moreno y Rosas (2012), en su investigación al determinar la caracterización fenológica y nutricional de Achicoria (*Cichorium intybus*) y Llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo, el ancho de hoja en la especie de Achicoria registrado fue de 2,7; 2,9 y 3,4 cm, mientras que en la especie Llantén fue de 1,7; 2,3 y 2,4 cm, cultivados a una densidad de 6 kg/ha y a una profundidad de 0,5 cm a los 89 días de evaluación.

En relación a las densidades de siembra, Vega (2019) en su investigación sobre la utilización de diferentes tipos de mezclas forrajeras de Achicoria, sembrada en surcos o al voleo, con dosis por hectárea cercanas a los 6 kg si se siembra sola, y entre 2 y 4 kg/ha si se siembra en mezcla con otras especies, reportó un ancho de hoja de 12 cm.

3.5 .- Número de hojas a la cosecha

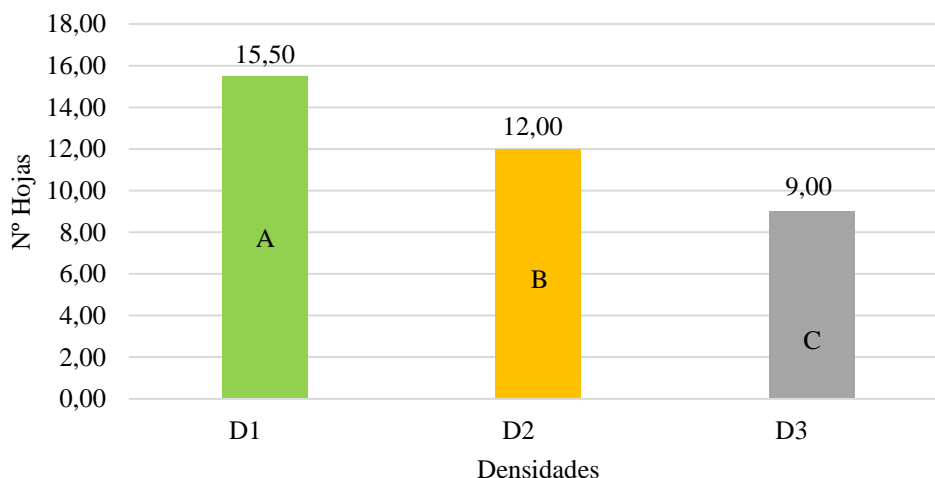
Cuadro 7.- ANVA de número de hojas

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	0,33	0,17	0,45 ns	0,6472
Especie	1	0,06	0,06	0,15 ns	0,7053
Densidad	2	127	63,5	173,18 **	<0,0001
Especie*Densidad	2	5,44	2,72	7,42 *	0,0106
Error	10	3,67	0,37		
Total	17	136,5			

C.V.: 4,98%

**: Altamente significativo; *: Significativo; ns: No Significativo

Según el análisis de varianza (ANVA), de la variable número de hojas presenta, diferencias estadísticas altamente significativas (<0,01) en el factor densidad, significativas (<0,05) en la interacción de los factores especie por densidad y no significativas (>0,05), en el factor especie y bloque, con un coeficiente de variación de 4,98% lo que significa que está entre los rangos aceptables de la investigación.

Figura 13.- Prueba DUNCAN de número de hojas en relación a la densidad de siembra

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias de Duncan (0,05) aplicada a la variable número de hojas en relación a las densidades de siembra de las especies forrajeras Achicoria y Llantén, se observaron diferencias altamente significativas, en la densidad D1 (25%), se registró el mayor número de hojas por planta, con un promedio de 15,50 hojas, siendo estadísticamente diferente de las densidades D2 (33%) y D3 (42%), las cuales presentaron un promedio de 12,00 y 9,00 hojas por planta, siendo esta última la menor cantidad de hojas registrada.

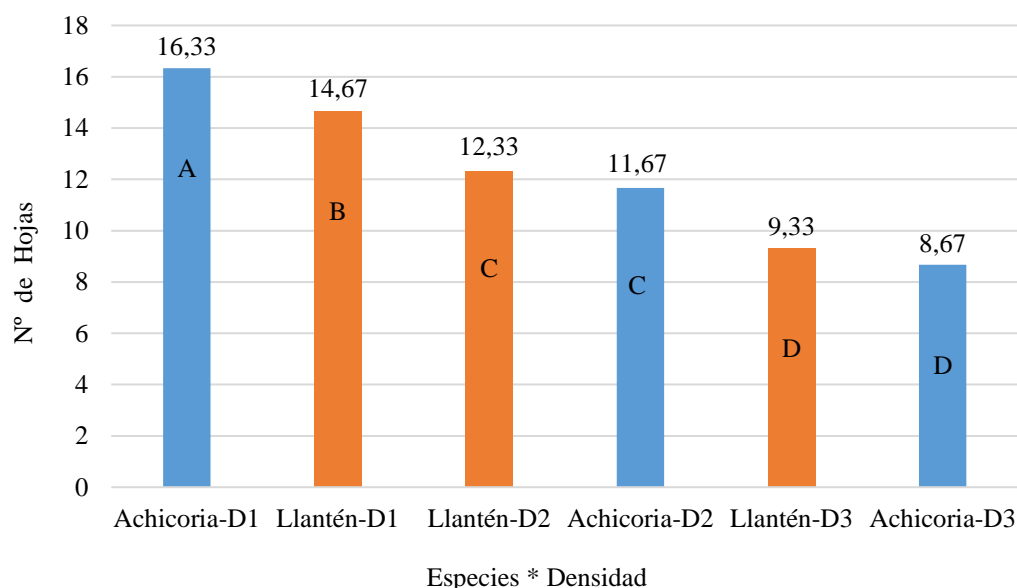
El comportamiento del número de hojas de cada especie está determinado principalmente por las características botánicas de cada cultivo, así como también es influenciado por la fertilidad del suelo y los factores climáticos en los que se desarrollan, observando que a menor densidad de siembra, se registró un mayor número de hojas en las especies cultivadas en la investigación.

Hernández (2022), realizó un estudio sobre el comportamiento agronómico y la producción del Llantén con dos tipos de fertilizantes químico y orgánico, durante un periodo de 153 días, realizando cortes a los 75 días y cada 26 días entre cortes, obteniendo un número de hojas por planta, un promedio de 5,8 hojas y con fertilización química 6,8 hojas por planta.

Acosta *et al.*, (2000), al evaluar aspectos fitotécnicos del Llantén, encontró valores de número de hojas con un promedio general de 14 a 15 hojas por planta, efectuado con intervalos de corte de 25, 30, 35 y 45 días; Por otro lado Fischer *et al.*, (2016), investigaron la respuesta de la Achicoria

a la aplicación de magnesio bajo trasplante, a los 67 días después de la siembra, obtuvieron un promedio de 7 hojas verdaderas, y a los 122 días, después de la siembra un promedio de 14 hojas verdaderas. Finalmente, con mayores valores en cantidad de hojas fue reportado por Calizaya (2016), evaluando el comportamiento agronómico de dos variedades de escarola (*Cichorium endivia L.*) a densidades de siembra bajo ambientes atemperados, de 30 x 35 cm 35 x 35 cm y 40 x 35 cm, obteniendo el mayor número de hojas con 21; 21,21 y 22 hojas respectivamente.

Figura 14.- Prueba DUNCAN de número de hojas en relación a la interacción de los factores



Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias Duncan (0,05) de la variable número de hoja en relación a la interacción entre las especies forrajeras Achicoria y Llantén por las densidades, se observó con mayor número de hojas en la interacción entre la especie Achicoria con densidad de siembra a 25% (D1) con un promedio de 16,33 hojas/planta, diferente ante las interacción entre la especie de Llantén a densidad de siembra a 25% (D1), seguido las interacciones entre las especies de Llantén a densidad de siembra 33% (D2), como también la interacción entre Achicoria a densidades de siembra 33% (D2). Finalmente, con menor cantidad de hojas presentan en las interacciones entre las especies de Llantén a densidad de siembra a 42% (D3) y Achicoria a densidad de siembra a 42% (D3), registrando un promedio menor de 8,67 hojas/planta.

Moreno y Rosas (2012) evaluaron la caracterización fenológica y nutricional de la Achicoria (*Cichorium intybus*) y el Llantén (*Plantago lanceolata*) en diferentes densidades de siembra, utilizando una densidad de 6 kg/ha en ambas especies. En el caso de la Achicoria, se reportaron promedios de 7.8, 8.2 y 8.9 hojas por planta y para el Llantén, se obtuvieron promedios de 5.4, 6.5 y 9.7 hojas por planta.

4.- ANÁLISIS DE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS

4.1.- Rendimiento de materia verde

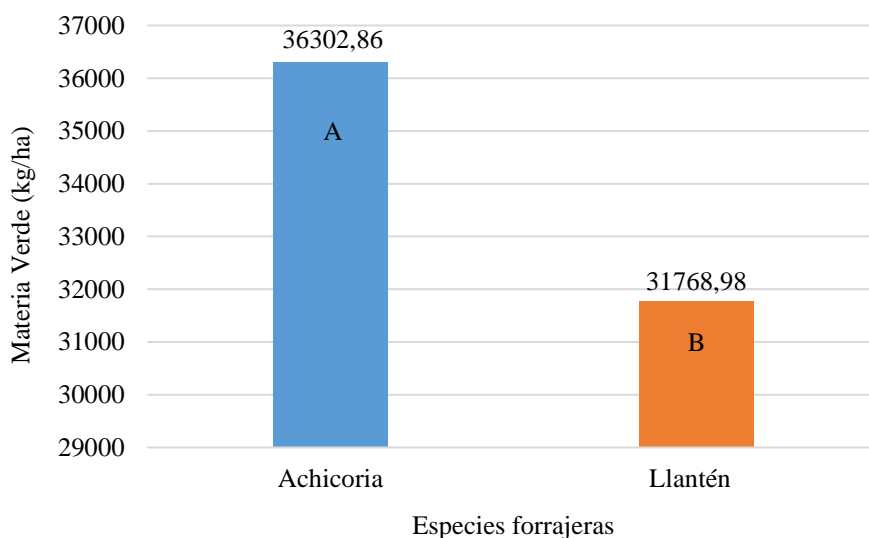
Cuadro 8.- ANVA de materia verde

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	74234978,9	37117489,5	2,68 ns	0,1173
Especie	1	92502214,7	92502214,7	6,67 *	0,0273
Densidad	2	296760547	148380273	10,7 **	0,0033
Especie*Densidad	2	6763014,06	3381507,03	0,24 ns	0,7882
Error	10	138734403	13873440,3		
Total	17	608995158			

C.V.: 10,94%

** : Altamente significativo; * : Significativo; ns: No Significativo

Según el análisis de varianza ANVA, de la variable rendimiento de materia verde muestra, diferencias estadísticas altamente significativas ($<0,01$) en el factor densidad, significativas ($<0,05$) en el factor especie y no presenta diferencias estadísticas ($>0,05$) en la interacción de los factores y bloque, con un coeficiente de variación de 10,94% lo que significa que está entre los rangos aceptables de la investigación.

Figura 15.- Prueba DUNCAN de materia verde en relación a las especies forrajeras

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

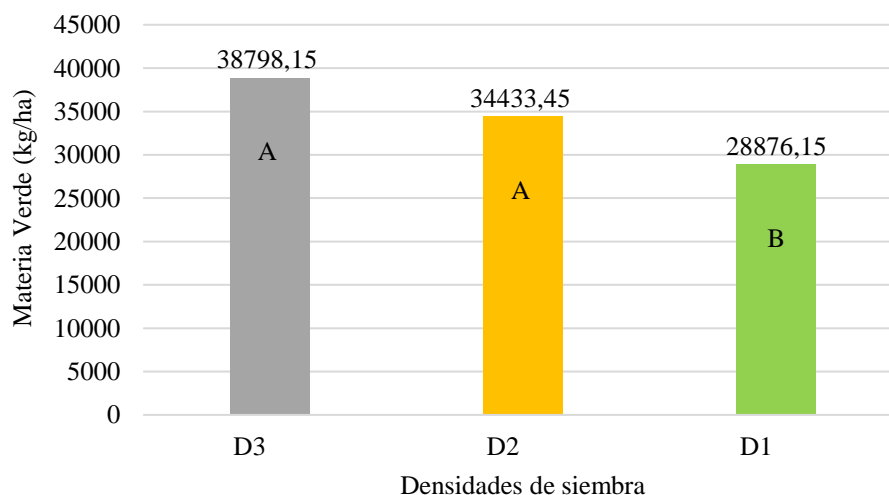
Según la prueba de medias Duncan (0,05) de la variable materia verde en relación a las especies forrajeras Achicoria y Llantén muestra, con el mayor peso en la especie de Achicoria registrando promedio de 36302,86 kg/ha, estadísticamente diferente ante la especie de Llantén, que presenta el menor peso con 31768,98 kg/ha. Los resultados indican que el comportamiento de la variable materia verde se obtiene mejores resultados en la especie forrajera de Achicoria. El mayor contenido de materia verde en la Achicoria puede atribuirse a sus características botánicas, que le permiten contener mayor cantidad de agua ya que el contenido de materia verde (MV) en los forrajes depende significativamente del estado fisiológico de las plantas, cuando las plantas son más jóvenes y están creciendo activamente, contienen más agua. A medida que maduran, el contenido de agua disminuye, lo que resulta en un mayor porcentaje de fibra neutra y una menor digestibilidad para los animales. Además, es posible que las ventajas observadas en la Achicoria se deban a su capacidad de adaptabilidad al tipo de suelo (Cuadro 3) y a las condiciones climáticas (Figura 4, 5 y 6) durante la investigación.

Resultados próximos a la investigación fue reportado por Paucar (2010), en su estudio de caracterización morfoagronómica del Llantén forrajero (*Plantago lanceolata*), reportó que el forraje verde de *P. lanceolata* alcanzó 29770 kg MV/ha/corte con el método de siembra en hilera, el valor es ligeramente inferior al promedio de 31768,98 kg/ha de materia verde registrado en la

investigación, mientras que Hernández (2022), reportó valores significativamente superiores al evaluar la producción y valor nutricional del Llantén mediante dos tipos de fertilización y realizando cortes a los 75 días, reportando un rendimiento de materia verde de 85000 kg/ha/año con fertilización química y 76000 kg/ha/año con fertilización orgánica. Los valores altos observados por Hernández pueden deberse a la aplicación de fertilizantes, que probablemente incrementaron la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento del Llantén.

Por otro lado, Montalvo (2018), al evaluar el rendimiento de biomasa verde de Achicoria forrajera mediante dos sistemas de siembra, en surcos y al voleo, con tres tipos de abono foliar orgánico, registró que a los 170 días el mayor rendimiento se obtuvo con el sistema de siembra al voleo, alcanzando 3364,17 kg/ha, mientras que con el sistema de siembra en hileras el rendimiento fue de 3229,17 kg/ha, los valores son ligeramente inferiores a los reportados en la investigación. En comparación, Del Pino (2012) menciona que el rendimiento de la Achicoria varía entre 7500 y 28000 kg/ha, dependiendo de la época del año, el número de cortes, el tamaño de la hoja al momento de la cosecha, la variedad y la densidad de plantas, destacando que la planta tiene una muy buena capacidad de rebrote. Por otro lado, Barry (1998), en su estudio sobre el valor alimenticio de la Achicoria (*Cichorium intybus*) para el ganado rumiante, informó que la producción de materia verde de Achicoria puede alcanzar hasta 20000 kg/ha en condiciones favorables.

Figura 16.- Prueba DUNCAN de materia verde en relación a la densidad de siembra



Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según los resultados de la prueba de medias de Duncan (0,05) aplicada a la variable de materia verde en relación a las densidades de siembra de las especies forrajeras Achicoria y Llantén, se observaron diferencias altamente significativas en los rendimientos obtenidos. La densidad D3 (42%) mostró el mayor rendimiento de materia verde, alcanzando un promedio de 38798,15 kg/ha, cifra que fue similar a la registrada en la densidad D2 (33%), que presentó un rendimiento promedio de 34433,45 kg/ha. Por otro lado, la densidad D1 (25%) mostró el menor rendimiento de materia verde, con un promedio de 28876,15 kg/ha. observando el rendimiento de las especies forrajeras la densidad D3 (42%) es la más efectiva para maximizar el rendimiento, lo que expresa que sembrando Llantén a 11 kg/ha y Achicoria a 10 kg/ha produce mejores resultados en términos de materia verde.

Paucar (2010), en su estudio de caracterización morfoagronómica del Llantén forrajero, informa que a una densidad de 2 kg/ha de *Plantago lanceolata* obtuvo 29770 kg/ha/corte (29.77 t/ha/corte) de forraje verde. Por otro lado, Hernández (2022), al evaluar la producción y el valor nutricional del Llantén mediante dos tipos de fertilización, química y orgánica, reportó que realizó la siembra a una densidad de 0.029 kg de semilla por unidad experimental de 16 m², lo que equivale a una densidad de 18 kg/ha, obteniendo un rendimiento de materia verde de 85000 kg/ha/año y 76,000 kg/ha/año. Mientras tanto, Altamirano (2011) evaluó diferentes densidades de siembra de 2, 3, 4 y 5 kg/ha de Llantén (*Plantago lanceolata*) asociado a una mezcla de especies forrajeras, con una duración de 120 días, reportando la mayor producción a una densidad de 5 kg/ha con 20630 kg/ha/corte (20,63 t/ha/corte). Por otro lado, Acosta *et al.*, (2000), al evaluar el cultivo de Llantén mediante trasplante bajo dos experimentos con diferentes distancias de plantación (45 x 15 cm, equivalente a 147000 plantas/ha; 45 x 25 cm, equivalente a 88800 plantas/ha; 45 x 20 cm, equivalente a 111000 plantas/ha; y 45 x 30 cm, equivalente a 74000 plantas/ha), reportó rendimientos en 3 cortes a 45 días con los siguientes resultados: 33400 kg/ha, 24700 kg/ha, 24400 kg/ha y 18000 kg/ha, respectivamente.

Montalvo (2018) evaluó el rendimiento de biomasa verde de Achicoria forrajera mediante dos sistemas de siembra, en surcos y al voleo, con tres tipos de abono foliar orgánico, con dosis de siembra de 20 gr de semilla por unidad experimental de 4 m², posteriormente a los 30 días después de la siembra realizó el raleo dejando un espacio de 0,20 m entre planta, registrando a los 170 días un rendimiento de 3364,17 kg/ha al voleo y 3229,17 kg/ha en hileras.

4.2.- Rendimiento de materia seca

Cuadro 9.- ANVA de materia seca

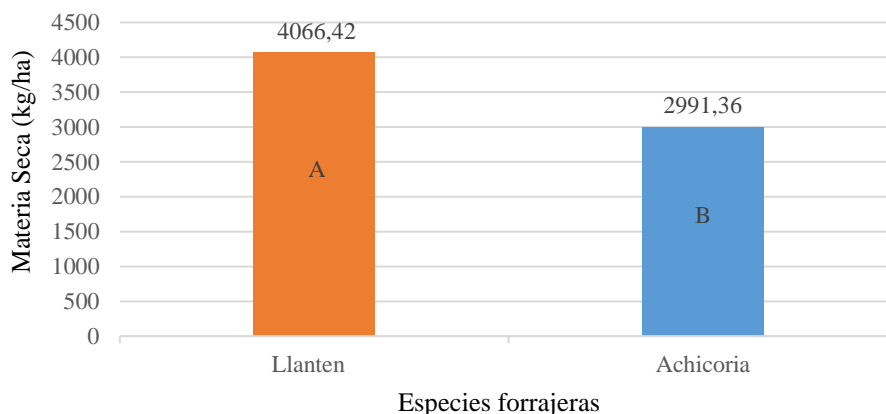
F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	708392,27	354196,14	2,5 ns	0,1314
Especie	1	5200957,52	5200957,52	36,76 **	0,0001
Densidad	2	3358907,07	1679453,53	11,87 **	0,0023
Especie*Densidad	2	300206,14	150103,07	1,06 ns	0,3821
Error	10	1414723,33	141472,33		
Total	17	10983186,3			

C.V.: 10,66%

** : Altamente significativo; ns: No Significativo

Según el análisis de varianza ANVA, de la variable rendimiento de materia seca muestra, diferencias estadísticas altamente significativas (<0,01) en el factor especies y densidad, y no presenta diferencias estadísticas (>0,05) en la interacción de los factores y en el bloque, con un coeficiente de variación de 10,66% lo que significa que está entre los rangos aceptables de la investigación.

Figura 17.- Prueba DUNCAN de materia seca en relación a las especies forrajeras



Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

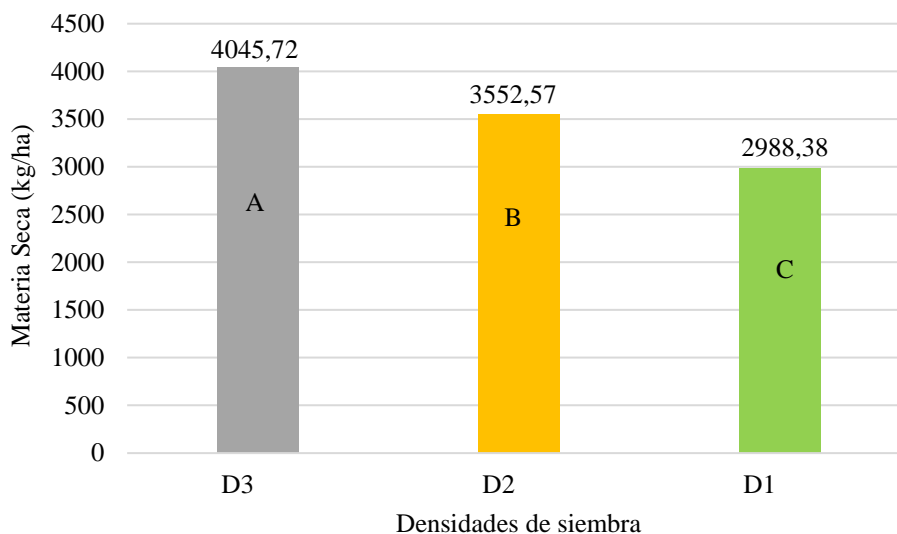
Según la prueba de medias Duncan (0,05) de la variable materia seca en relación a las especies forrajeras Achicoria y Llantén, se observa que la especie forrajera Llantén muestra un mayor peso promedio de 4066,42 kg/ha, mientras que la especie forrajera Achicoria registra un menor peso

promedio de 2991,36 kg/ha. El comportamiento de la variable materia seca indica mejores resultados para la especie forrajera de Llantén, observándose que la característica de sus hojas es típicamente lineal a lanceoladas, con nervaduras muy evidentes que corren longitudinalmente a lo largo de la hoja, proporcionando soporte estructural. Además, las hojas son fibrosas y flexibles, lo que les confiere mayor resistencia y menor fragilidad. Por otro lado, las hojas de la Achicoria son anchas y oblanceoladas, relativamente suaves y más frágiles debido a su alto contenido de agua, como se observa en el anexo 38.

En relación a la especie Llantén, resultados próximos a la investigación fue reportado por Paucar (2010), al evaluar las características morfoagronómica del Llantén forrajero, registró un valor de 3650,00 kg MS/ha/corte de materia seca (MS). Asimismo, Barrios y Ayala (2014), al producir Llantén forrajero para la alimentación de corderos, reportaron una producción de 2400 kg MS/ha. Por otro lado, valores significativamente superiores fueron reportados por Hernández (2022). Al evaluar la producción y el valor nutricional del Llantén bajo dos tipos de fertilización, registró un rendimiento de materia seca de 10000 kg/ha/año con fertilización química y 7000 kg/ha/año con fertilización orgánica.

Respecto a la especie Achicoria, Barry (1998) reporta resultados superiores en su estudio sobre el valor alimenticio de la Achicoria (*Cichorium intybus*) para el ganado rumiante. Según Barry, la materia seca de Achicoria puede variar entre 4000 y 6000 kg/ha en condiciones óptimas de manejo.

Por otro lado, Momberg *et al.*, (2017) investigaron el rendimiento de tres cultivares de Achicoria (Punter, Chicory 501 y Choice) en combinación con especies gramíneas, como ballica bianual y avena. Reportaron que el cultivar SF Punter logró la mayor producción de materia seca acumulada por corte, con 54,72 kg MS/ha/corte, seguido por Choice con una producción menor, de 30,52 kg MS/ha/corte, y finalmente Chicory 501 presentó la menor producción con 14,71 kg MS/ha/corte. Los autores atribuyen que las diferencias observadas pueden deberse a la habilidad de cada cultivar para desarrollarse en mezclas, recomendando evitar la combinación de Achicoria con gramíneas de rápido crecimiento como ballica bianual y avena, ya que pueden verse afectadas negativamente.

Figura 18.- Prueba DUNCAN de materia seca en relación a la densidad de siembra

Fuente: Elaboración propia con base en los datos registrados en la investigación (2022).

Según la prueba de medias Duncan (0,05) de la variable materia seca en relación a las densidades de siembra de las especies forrajeras Achicoria y Llantén muestra, a la densidad D3 (42%) con mayor rendimiento de 4045,72 kg/ha diferente ante las densidades D2 (33%) y D1 (25%) registrando promedios de 3552,57 y 2988,38 kg/ha respectivamente.

Por su parte, Paucar (2010), al evaluar las características morfoagronómica Llantén forrajero a densidades de 2 kg/ha utilizando dos métodos de siembra en hileras y al voleo obtuvo 3650,00 kg MS/ha/corte. Además, Barrios y Ayala (2014), en su investigación sobre la producción de Llantén forrajero para la alimentación de corderos, reportaron una producción de 2400 kg MS/ha. Mientras tanto, Hernández (2022), reportó valores significativamente altos en comparación con la investigación realizada. Al evaluar el comportamiento agronómico de Llantén a dos tipos de fertilización, química y orgánica, a una densidad de siembra de 18 kg/ha, obtuvo un rendimiento de materia seca de 10000 y 7000 kg/ha/año. A comparación, Aguilar (2010) reportó una menor producción de materia seca al evaluar el grado de asociación entre pasto avena y Llantén forrajero a tres densidades de siembra. En estado de prefloración, con 2 kg de semilla se obtuvo una producción de 1230 kg MS/ha/corte; con 3 kg de semilla, 1640 kg MS/ha/corte; y con 4 kg de semilla, una producción de 1400 kg MS/ha/corte, resultando en un rendimiento de materia seca media de 1420 kg/ha/corte.

Por otro lado, Momberg *et al.*, (2017), evaluaron el establecimiento de tres cultivares de Achicoria (Punter, Chicory 501 y Choice) en siembra asociada con especies gramíneas como ballica bianual y avena. La densidad de siembra fue de 3 kg/ha para los cultivares de Achicoria y 50 kg/ha para la ballica bianual y la avena, reportando el cultivar SF Punter con mayor capacidad de producción promedio por corte de materia seca acumulada, con 54,72 kg MS ha/corte, seguido por Choice, con 30,52 kg MS ha/corte y, por último, Chicory 501 con la menor producción de 14,71 kg MS ha/corte, las diferencias estadísticas entre los cultivares, según los autores pueden deberse a su capacidad de crecimiento en mezclas, donde no recomiendan el establecimiento de Achicoria en mezcla con especies gramíneas de rápido establecimiento como ballica bianual y avena.

5.- ANÁLISIS BROMATOLÓGICO (CALIDAD DE FORRAJE)

Cuadro 10.- Calidad de forraje

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO			
DETERMINACIÓN	UNIDAD	ESPECIES FORRAJERAS	
		ACHICORIA	LLANTÉN
Materia Seca	%	6,99	5,89
Cenizas	%	19,03	19,81
Proteína Bruta	%	20,76	15,89
Extracto etéreo (grasa)	%	3,78	1,77
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC o FB)	%	14,61	13,48
Fibra Detergente Ácido (FDA)	%	24,04	21,28
Fibra Detergente Neutro (FDN)	%	24,98	22,41
Fósforo (P)	%	0,36	0,28
Potasio (K)	%	5,00	3,71
Sodio (Na)	%	0,80	0,41
Calcio (Ca)	%	1,19	1,48
Magnesio (Mg)	%	0,26	0,45

Fuente: Análisis bromatológico de las especies forrajeras, Fundación CETABOL (2022).

De acuerdo al resultado del análisis bromatológico, se pueden hacer las siguientes interpretaciones sobre la composición nutricional de la Achicoria (*Cichorium intybus L.*) y el Llantén (*Plantago lanceolata L.*):

La Achicoria presenta un mayor contenido de materia seca (6,99%) en comparación con el Llantén (5,89%), el contenido de cenizas es similar entre ambas especies, siendo ligeramente mayor en el Llantén (19,81%) que en la Achicoria (19,03%). La Achicoria tiene un mayor contenido de proteína bruta (20,76%) que el Llantén (15,89%), lo que indica que la Achicoria es una especie con mayor valor proteico además, el extracto etéreo (grasa) es más elevado en la Achicoria (3,78%) que en el Llantén (1,77%). Por otro lado, la fibra cruda o fibra bruta es mayor en la Achicoria (14,61%) que en el Llantén (13,48%), tanto la fibra detergente ácido (FDA) como la fibra detergente neutro (FDN) son más altas en la Achicoria (24,04% y 24,98%) respectivamente, que en el Llantén (21,28% y 22,41%) respectivamente.

En cuanto a los minerales, el Llantén presenta mayores contenidos de calcio (1,48% vs 1,19%) y magnesio (0,45% vs 0,26%), mientras que la Achicoria es superior en fósforo (0,36% vs 0,28%), potasio (5% vs 3,71%) y sodio (0,8% vs 0,41%).

Similares resultados fueron reportados por Momberg *et al.*, (2017) al evaluar tres variedades de Achicoria (*Cichorium intybus L.*) Chicory 501, Choice y Punter, en siembra asociada con ballica bianual y avena a una densidad de 3 kg/ha. En la variedad Punter, reportaron los siguientes valores: materia seca 9,1% (106,1 kg MS/ha), cenizas totales 12,9%, proteína bruta 25,5%, extracto etéreo 4,3%, fibra detergente neutro 27,4% y fibra detergente ácido 20,6%.

Asimismo, Aguilar (2010) evaluó el grado de asociación del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*) existente con el llantén forrajero (*Plantago lanceolata L.*) en estado de prefloración, utilizando densidades de siembra de 2 kg, 3 kg y 4 kg de semilla. Los resultados mostraron un contenido de proteína cruda 12,71%, grasa 2,73%, humedad 4,89%, cenizas 14,72% y fibra 33,33%, considerando que las densidades son inferiores a las de la presente investigación.

En relación, Portillo *et al.*, (2019) evaluaron 18 especies forrajeras, incluyendo Achicoria y Llantén, durante dos periodos de altas y bajas precipitaciones a altitudes entre 2905 y 3157 m.s.n.m., con una temperatura de 9 °C y una precipitación de 1200 mm en periodos de altas precipitaciones, similares a las condiciones de la presente investigación. Las composiciones nutricionales obtenidas fueron: para Llantén, materia seca 2996 kg/ha, proteína cruda 18,7%, fibra detergente neutro 33,6% y fibra detergente ácido 16,9%; y para Achicoria, materia seca

5409,2 kg/ha, proteína cruda 24,8%, fibra detergente neutro 33,9% y fibra detergente ácido 16,5%. Los valores presentan contenidos nutritivos similares a los de la investigación.

6.- FENOLOGÍA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS

Los procesos fisiológicos de las especies forrajeras son fundamentales para determinar las acciones adecuadas en el cultivo, tanto para la producción de forraje como para la producción de semillas, estos procesos incluyen los tiempos de corte y otros manejos agronómicos, los cuales fueron determinados en función de los ciclos fisiológicos de las plantas de achicoria (*Cichorium intybus L.*) y llantén (*Plantago lanceolata L.*).

Cuadro 11.- Fenología de los cultivos

ESPECIES FORRAJERAS	FASE	FENOLOGÍA DE LA PLANTA	TIEMPO	CARACTERÍSTICAS
ACHICORIA (<i>Cichorium intybus L.</i>)	1	Germinación y emergencia	0 - 5 días	2 cotiledones
	2	Formación de hoja	6 - 14 días	1 hoja verdadera
	3	Formación de roseta basal	15 - 69 días	7 hojas verdaderas
	4	Formación de tallo con hojas	70 - 146 días	Tallo erecto y fistuloso
	5	Floración	147 - 241 días	Emisión de botones florales y flores azul morado
	6	Fructificación	242 - 266 días	Formación de frutos aquenios
	7	Maduración de fruto	267 - 315 días	Formación de semillas
LLANTÉN (<i>Plantago lanceolata L.</i>)	1	Germinación y emergencia	0 - 5 días	2 cotiledones
	2	Formación de hoja	6 - 18 días	1 hoja verdadera
	3	Formación de roseta basal	19 - 88 días	7 hojas verdaderas
	4	Inflorescencias	89 - 133 días	Emisión de 7 a 10 escapos florales fistulosos
	5	Fructificación	134 - 156 días	Formación de frutos capsula ovoide
	6	Maduración de fruto	157 - 173 días	Formación de semillas

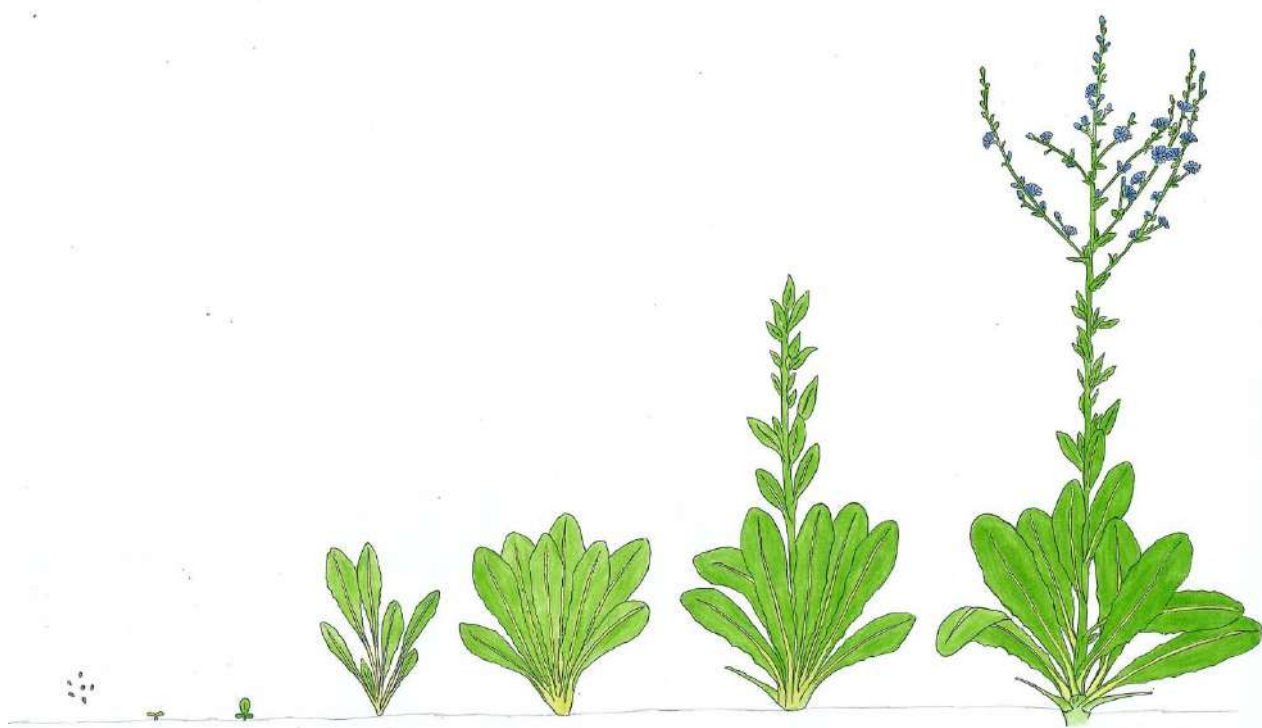
Fuente: Elaboración propia basada en la observación de la fenología de las especies forrajeras en la investigación.

El comportamiento fenológico evaluado de la especie Achicoria, considerando que es una planta perenne con un ciclo de vida de aproximadamente un año desde la siembra hasta la obtención de semillas, se divide en diferentes etapas:

La etapa de germinación y emergencia ocurre a los 5 días después de la siembra, las semillas producen dos cotiledones, alcanzando una altura de 1 cm y un ancho de 4 mm. A los 14 días posteriores a la siembra, la planta produce su primera hoja verdadera, durante los siguientes 55 días, la planta desarrolla una roseta de hojas basales de tipo oblanceoladas a espatuladas, suavemente dentadas, que alcanzan una altura promedio de 50 cm y un ancho de 8 cm (anexo 23), a los 70 días después de la siembra, se forma el tallo con hojas lanceoladas a oblongas. El tallo es fistuloso (en la fase de floración), con un interior suave lleno de un jugo blanquecino, en el exterior tiene pequeños pelos y tiene un crecimiento de manera erecta (anexo 39).

La floración ocurre entre los 147 y 241 días después de la siembra. La planta produce flores de color azul morado y tienen un diámetro de 4 cm (anexo 45), las cuales están unidas al tallo en ramificaciones y florecen poco a poco, produciendo un tallo floral muy alto, de 2,40 a 2,50 m (anexo 41), lo cual necesitará un tutor. Después de la floración, la planta produce frutos de tipo aquenio, se forman entre los 242 y 266 días después de la siembra, los frutos maduran entre los 267 y 315 días desde la germinación, con un tamaño aproximado de 3 mm largo y 1 mm ancho, la maduración de los frutos puede llevar más tiempo dependiendo de las condiciones climáticas.

Figura 19.- Fenología de la especie forrajera Achicoria



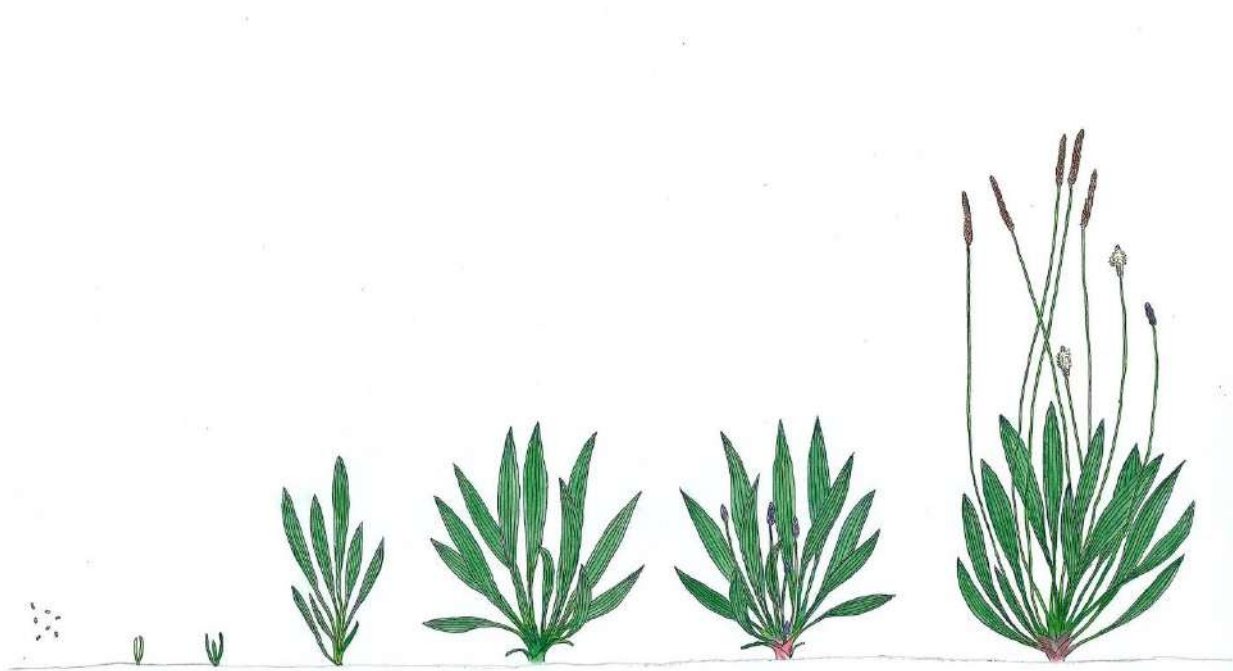
Fuente: Elaboración propia (2023).

Al evaluar el comportamiento fenológico del Llantén como una planta herbácea, se observa que su ciclo de vida es de aproximadamente 170 días, desde la siembra hasta la cosecha de semillas:

La fase de germinación y emergencia ocurre a los 5 días después de la siembra, cuando aparecen los dos cotiledones por encima de la superficie del suelo, alcanzando una altura de 1,2 cm y un ancho de 1 mm; a los 18 días después de la siembra, aparece la primera hoja verdadera; a los 55 días, la planta forma una roseta basal de 7 hojas, que alcanza una altura de planta promedio de 45 cm y un ancho de 4 cm (anexo 23), este proceso dura 19 - 88 días.

La planta produce inflorescencias en forma de espiga que se forman en 89 - 133 días, con la emisión de 7 a 10 escapos florales fistulosos de una altura de 80 cm (anexo 52), con flores de color verde marrón claro de 5 a 10 cm de largo, las inflorescencias producen frutos capsulares ovoides, la fructificación ocurre en 134 - 156 días, y los frutos maduran entre 157 - 173 días (anexo 51), con numerosas semillas de color castaño cobrizo y superficie brillante, de 2 mm de largo y 1 mm de ancho (anexo 53).

Figura 20.- Fenología de la especie forrajera Llantén



Fuente: Elaboración propia (2023).

7.- ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ECONÓMICAS

7.1.- Relación Beneficio – Costo (B/C)

Para la relación de B/C se han considerado los costos de producción por hectárea (anexo 7) que incluye las siguientes variables: los gastos de producción de los cultivos; el rendimiento promedio por densidad de siembra; el ajuste de rendimiento (10%) que refleja la diferencia entre rendimiento promedio del experimento y el posible rendimiento que se puede obtener en condiciones de un productor promedio, tomando en cuenta el manejo de cada cultivo; el precio de venta y el ingreso total. Calculado en Bs/ha para diferentes densidades de siembra de las especies forrajeras Achicoria y Llantén

Los costos de producción varían según la densidad de siembra en ambas especies forrajeras, para la sp. Achicoria, se registraron Bs 7641,10/ha a una densidad de 6 kg/ha (D1), Bs 8003,44/ha a 8 kg/ha (D2), y Bs 8365,77/ha a 10 kg/ha (D3). De manera similar, para el Llantén, registrando costos de Bs 7849,24/ha a 7 kg/ha (D1), Bs 8219,28/ha a 9 kg/ha (D2), finalmente Bs 8589,33/ha a 11 kg/ha (D3). Los costos se aumentan con la densidad, en cuanto a los rendimientos promedios obtenidos en las diferentes densidades de siembra, fueron registrados en kg/ha, donde la sp. Achicoria mostró un mayor rendimiento ante la sp. Llantén. Ambos cultivos fueron comercializados a Bs 0,50 por kg como forraje.

La determinación de la relación B/C la presente investigación, se consideró el primer corte, los resultados muestran que el cultivo de Achicoria resulta ser más rentable en todas las densidades de siembra, registrando con la mayor rentabilidad un B/C de Bs 2,17 a una densidad de 10 kg/ha, seguido de un B/C de Bs 2,11 a 8 kg/ha y un B/C de Bs 1,83 a 6 kg/ha. Los valores indican que por cada unidad de inversión que se realice, se obtiene un retorno significativo, siendo alto en densidades mayores. En comparación con el cultivo de Llantén los valores de B/C son ligeramente menores, registrando un B/C de Bs 1,95 a 11 kg/ha, seguido de un B/C de Bs 1,72 a 9 kg/ha, y finalmente, con la menor rentabilidad, un B/C de Bs 1,53 a 7 kg/ha. Aunque los valores también indican rentabilidad, el retorno sobre la inversión es menor en comparación con la Achicoria.

Cuadro 12.- Costo beneficio

Factor A	Factor B	Producción en (ha)						
		Costo Total de Prod. (Bs/ha)	Rendimiento promedio (kg/ha)	Ajuste (10%)	Rendimiento ajustado (kg/ha)	Precio (Bs/kg)	Ingreso Total (Bs/ha)	B/C
Achicoria	D1: 6 kg/ha (25%)	7641,10	31041,67	3104,17	27937,50	0,50	13968,75	1,83
Achicoria	D2: 8 kg/ha (33%)	8003,44	37496,67	3749,67	33747,00	0,50	16873,50	2,11
Achicoria	D3: 10 kg/ha (42%)	8365,77	40370,21	4037,02	36333,19	0,50	18166,59	2,17
Llantén	D1: 7 kg/ha (25%)	7849,24	26710,63	2671,06	24039,56	0,50	12019,78	1,53
Llantén	D 2: 9 kg/ha (33%)	8219,28	31370,21	3137,02	28233,19	0,50	14116,59	1,72
Llantén	D3:11 kg/ha (42%)	8589,33	37226,04	3722,60	33503,44	0,50	16751,72	1,95

Fuente: Elaboración propia con base al costo de producción (anexo 7) de las especies forrajeras.

Por tanto, la producción de forrajes de Achicoria como el Llantén son cultivos rentables, considerando que ambos cultivos son perennes, es posible obtener mayores ganancias y/o rentabilidad en cortes posteriores, con un estimado de hasta 8 cosechas anuales, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del lugar y las prácticas de manejo. Se considera que las densidades de siembra en ambas especies son directamente proporcionales a la rentabilidad económica.

V. CONCLUSIONES

1.- CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Realizando la sistematización del análisis en los resultados obtenidos, considerando los objetivos y las variables de estudio planteadas se llegaron a las siguientes conclusiones:

El porcentaje de germinación en ambas especies presento viabilidad alta, donde la especie Achicoria registró un 92% y en la especie Llantén con 98% siendo el de mayor viabilidad germinativa.

En relación a altura planta la especie de Achicoria mostró el mayor desarrollo en altura de planta, alcanzando un promedio final de 49,56 cm, en comparación con el Llantén, que solo llegó a los 43,68 cm.

La especie de Achicoria mostró la mayor longitud de hoja, registrando un promedio final de 42,84 cm, mientras que el Llantén tuvo una longitud menor, con un promedio de 37,05 cm.

En cuanto a la variable ancho de la hoja, la especie de Achicoria registró un promedio de 7,41 cm, mientras que el Llantén alcanzó 3,30 cm. Esta diferencia del ancho de hoja de las especies se puede atribuir a sus características botánicas específicas de cada planta.

El número de hojas a la cosecha, los cultivos de Achicoria y Llantén sembrados a una densidad del 25% registraron promedios de 16,33 y 14,67/hojas, respectivamente. Por otro lado, aquellos sembrados a una densidad del 33% presentaron 11,67 y 12,33/hojas, mientras que los sembrados a una densidad del 42% con menor número de hojas, de 8,67 y 9,33/hojas.

El rendimiento de materia verde (MV) se registró mayor rendimiento en la especie de Achicoria con 36302,86 kg/ha, en contraste con el Llantén con solo 31768,98 kg/ha el de menor rendimiento de MV.

El rendimiento de materia seca (MS) con mayor rendimiento presentó en la especie de Llantén, con 4066,42 kg/ha, mientras que la Achicoria con 2991,36 kg/ha de menor rendimiento de MS.

En cuanto a la calidad de forraje la Achicoria presenta una composición nutricional superior en varios aspectos en comparación con el Llantén, la Achicoria tiene un mayor contenido de materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro, mientras que el contenido de cenizas es similar entre ambas especies, siendo ligeramente mayor en el Llantén. Estos resultados indican que la Achicoria es una especie con mayor valor proteico y una composición nutricional más rica, esenciales para la alimentación animal.

El comportamiento fenológico de las especies forrajeras se desarrolló en un ciclo de 315 días para la especie de Achicoria y 173 días para la especie de Llantén, identificando este último como el de menor tiempo en su ciclo vegetativo en comparación con la especie de Achicoria.

La evaluación de la relación beneficio/costo de la producción de forraje verde de Achicoria y Llantén es rentable al primer corte, en todas las densidades de siembra mostrando una relación B/C mayor a 1, lo cual indica que los ingresos superan los costos de producción, revelando que a una densidad mayor (D3) para ambas especies ofrecen mayor rentabilidad, con un B/C de Bs 2,17 para la sp. Achicoria y un B/C de Bs 1,95 para la sp. Llantén; el valor menor de B/C de las spp. forrajeras se observó en el Llantén a una densidad de 7 kg/ha (D1), con un B/C de Bs 1,53.

2.- CONCLUSIÓN GENERAL

Al evaluar de comportamiento agronómico de especie forrajeras Achicoria y Llantén a diferentes densidades de siembra concluye con los mejores resultados en cuanto a altura de planta, longitud de hoja y número de hojas en la especie Achicoria seguido del Llantén, sembrados a densidades menores de 25% (6 kg/ha en Achicoria y 7 kg/ha en Llantén), en cuanto al rendimiento de forraje verde se obtiene mejores resultados a densidades mayores (10 kg/ha en Achicoria y 11 kg/ha en Llantén), ambas especies forrajeras tienen alta calidad nutritiva y rentabilidad económica en la producción de forraje verde a diferentes densidades de siembra. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula planteada en la investigación.

VI. RECOMENDACIONES

De la investigación realizada, y en base a los resultados obtenidos y de acuerdo a las conclusiones vertidas en el presente trabajo se recomienda lo siguiente:

Según los resultados obtenidos en condiciones ambientales de los valles interandinos, se recomienda específicamente el cultivo de la especie de Achicoria a densidades de siembra de 6 kg/ha.

Se recomienda utilizar la especie forrajera Achicoria para la producción de forrajes perennes en praderas, ya sea para corte o pastoreo, debido a sus características botánicas, la planta es menos adecuada para la conservación de forrajes, como el ensilaje o el heno, ya que su alto contenido de humedad dificulta el secado y puede llevar a problemas de conservación. Además, el peso de la materia seca sería muy bajo, lo que resultaría un menor volumen de forraje conservado a comparación cuando el forraje es fresco.

Se recomienda incrementar la cantidad de semillas utilizadas, con 10 kg/ha en Achicoria y 11 kg/ha en Llantén, para lograr un rendimiento de forraje superior en condiciones de monocultivo, es importante mantener una profundidad de siembra de 0,5 cm en hileras para garantizar un desarrollo óptimo.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales que aborden los diferentes tiempos de corte en las especies estudiadas, el cual permitirá optimizar la producción de forraje y maximizar los rendimientos.

Realizar una investigación comparativa de métodos de siembra al voleo e en hileras para observar el comportamiento y el rendimiento las especies forrajeras de Achicoria y Llantén, así identificar el método de siembra más eficaz que optimice la productividad y calidad forrajera promoviendo prácticas sostenibles que beneficien tanto a los agricultores como al medio ambiente.

Considerando el resultado favorable en respuesta a los factores edafoclimáticos en zonas altoandinas, se propone extender la implementación de estas especies en áreas más amplias, el cual contribuirá a satisfacer las necesidades de alimentación animal de diversas especies como bovinos, ovinos, equinos, cuyes, caprinos, entre otros.

Se recomienda realizar una investigación de los cultivos de Achicoria y Llantén en mezclas con otras especies forrajeras con el fin de estudiar su comportamiento y rendimiento, así como evaluar su contribución a la alimentación del ganado mayor o menor.

Se recomienda realizar estudios de las especies evaluadas Achicoria y Llantén con la aplicación de fertilización orgánica al suelo, con el fin de investigar su efecto y respuesta, ya que es una alternativa para la producción sostenible que promueve la salud del suelo favoreciendo la conservación del medio ambiente.

Realizar estudios de las especies forrajeras evaluadas Achicoria y Llantén con implementación de riego por goteo y aspersión, para observar el rendimiento de los cultivos, así seleccionar el sistema de riego más adecuado en condiciones de secano lo cual puede conducir a un aumento en la productividad y la rentabilidad.

Finalmente, se insta a promover activamente la producción de especies forrajeras en poblaciones con una vocación productiva ganadera en diferentes regiones del país, para fomentar el desarrollo sostenible de la ganadería y mejorará la disponibilidad de alimentos para el ganado.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AA, (2009). Achicoria (en línea, sitio web). Sitio Argentino de Producción Animal: Programa Nacional de Pasturas y Forrajes - pasturas cultivadas. Consultado 19 sep. 2023. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/120-achicoria.pdf
- Acosta, L., Fuentes, V. R., Martín, G. y Rodríguez C. A. (2000). Investigaciones agrícolas en especies de uso frecuente en la medicina tradicional. i. llantén (*plantago major* L.) (en línea). Revista Cubana 5(1):6-9. Consultado 10 feb. 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pla/v5n1/pla02100.pdf>
- Agroscopio. (23 de agosto de 2023). Achicoria forrajera (en línea, sitio web). Disponible en <https://agroscopio.com/producto/achicoria-forrajera/>
- Aguilar, M. (2010). “Evaluación del grado de asociación del *arrhenatherum elatius* (pasto avena) con el *plantago lanceolata* (llantén forrajero) establecido con tres densidades de siembra” (en línea). Tesis de Grado Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. 63 p. Consultado 20 abr. 2023. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1195/1/17T0968.pdf>
- Altamirano, H. R. (2011). “Evaluación de diferentes densidades de siembra del *plántago lanceolata* asociado a una mezcla de especies introducidas” (en línea). Tesis de Grado Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. 70 p. Consultado 25 abr. 2023. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>
- Andrango, E. S. (2020). “Estudio de adaptación de siete pastos y tres mezclas forrajeras con la utilización de lactofermento en el barrio san luis de yacupungo parroquia pastocalle cantón latacunga provincia de cotopaxi, 2018-2019” (en línea). Proyecto de Grado Ing. Agr. Latacunga, Ecuador, UTC. 98 p. Consultado 9 abr. 2023. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6647/1/PC-000837.pdf>
- Autodesk. (2021). AutoCAD 2021 [Software de sistema]. Recuperado de <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Barrios, E., & Ayala, W. (2014). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria: Utilización de *Plantago lanceolata* en la alimentación de corderos en el período estival (en línea). Consultado 20 ago. 2023. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4213/1/ST-221-p.63-70Barrios.pdf>

- Barry, T. N. (1998). The feeding value of chicory (*Cichorium intybus*) for ruminant livestock. *Journal of Agricultural Science*, 131(3), 251-257. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/feeding-value-of-chicory-cichorium-intybus-for-ruminant-livestock/1F88530E24D2BBFEFCE45DD50B1E324E>
- Bayón, N. D., Colares, M. N., Arambarri, A. M., y Viña, S. Z. (2000). Anatomía de las Especies Medicinales de la Provincia Pampeana: *Plantago* L. (Plantaginaceae), Área de Botánica, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata Argentina (en línea). *Acta Farm. Bonaerense* 19 (4): 263-272. Consultado 4 may. 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Nestor-Bayon/publication/289830031_Anatomy_of_medicinal_species_of_the_Pampean_Province_Plantago_L_Plantaginaceae/links/56c1d0a708ae2f498efcd014/Anatomy-of-medicinal-species-of-the-Pampean-Province-Plantago-L-Plantaginaceae.pdf
- Beneo, (2019). Manual técnico de achicoria industrial, Temporada 2018 -2019. (en línea). Consultado 1 jun. 2023. Disponible en <http://www.orafti.cl/sitio/download/manualtecnicocultivo2019-2020.pdf>
- Berit, A. (2000). The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review (online). Magazine Elsevier. Consulted 10 sep. 2023. Available in <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874100002129>
- Blanco, B., Saborío, A. y Garro, G. (2008). Descripción anatómica, propiedades medicinales y uso potencial de *Plantago major* (llantén mayor) (en línea). *Revista Tecnología en Marcha* 21(2): 17-24. Consultado 19 jul. 2023. Disponible en https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/107/106
- Calizaya, R. (2016). Comportamiento agronómico de dos variedades de escarola (*Cichorium endivia* L.) en tres densidades de siembra bajo ambientes atemperados en la localidad Warisata La Paz (en línea). Tesis de Grado Ing. Agr. La Paz, Bolivia, UMSA. 75 p. Consultado 28 jul. 2022. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6758/T-2229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CETAAR (Centro de Estudios sobre Tecnologías Apropriadas de la Argentina). (1998). Red de Plantas Medicinales del Cono Sur: Llantén (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2023. Disponible en <https://www.angelfire.com/ar/plantasmedicinales/monograf2.html>
- Chirri, W. H. (2013). Estudio comparativo de la acción gastroprotectora del Plantago mayor y el omeprazol sobre la gastritis inducida por la administración de ketorolaco en dosis usuales en la terapia analgésica-antiinflamatoria estomatológica (en línea). Tesis de Grado. Lima, Perú, UNMSM. 70 p. Consultado 15 sep. 2023. Disponible en https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/2769/Chirri_tw.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2009). Plantaginaceae: *Plantago lanceolata* L. (en línea, sitio web). Consultado 6 jun. 2023. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/plantaginaceae/plantago-lanceolata/fichas/ficha.htm#3.%20Identificaci%C3%B3n%20y%20descripci%C3%B3n>
- Dear, B., Upjohn, B., & Craig, A. (2007). Pastures Australia: Chicory (online). Consulted 21 sep. 2023. Available in <https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Factsheet%20-%20Chicory.pdf>
- Del Pino, M. (2012). Contacto rural, Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales - El cultivo de Rúcula (en línea). Boletín informativo N°1 ISSN 1853-4252. Consultado 16 jun. 2023. Disponible en https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/contacto_rural_1_2012.pdf
- Drippro (organización de BEFE Moulding Limited). (2023). Guías de cultivo - Hierbas Cultivo e irrigación de achicoria (en línea, sitio web). España. Consultado 16 nov. 2023. Disponible en <https://drippro.com/es/academy/p/27>
- EcuRed (Enciclopedia Colaborativa Cubana en Red). (27 de Septiembre de 2012). Llantén menor (en línea, sitio web). Consultado 16 sep. 2023. Disponible en https://www.ecured.cu/Llant%C3%A9n_menor
- EcuRed (Enciclopedia Colaborativa Cubana en Red). (4 de Julio de 2012). Achicoria (en línea, sitio web). Consultado 16 sep. 2023. Disponible en <https://www.ecured.cu/Achicoria>
- Esri. (2013). ArcGIS (ArcMap 10.2) [Software de sistema]. Recuperado de <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/overview>

- Etcheverría, P. (2019). Establecimiento de praderas de Siete venas (*Plantago lanceolata* L.), alternativa forrajera para pastoreo, Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Informativo N° 105 (en línea). Consultado 6 ago. 2023. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4985/NR41838.pdf?sequence=1>
- Fischer, S., Wilckens, R., Vidal, I., Astete, P. y Maier, J. (2016). Respuesta de la achicoria (*cichorium intybus* L.) A la aplicación de magnesio (en línea). Revista SciELO 32(1):3-11. Consultado 12 feb. 2023. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902016000100001&script=sci_arttext
- Flores, M.L., Ramos, O. y Gisberth, E. (2010). Valuación de la contaminación antrópica de las aguas del río Jillusaya (en línea). Revista Boliviana de Química, 27(2), 75-80. Consultado 24 sep. 2023. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602010000200001
- Formoso, F. (1995). Producción de semillas de achicoria cv INIA LE Lacerta: INIA La Estanzuela. (Serie Técnica 60) (en línea). Montevideo, Uruguay. 25 p. Consultado 4 may. 2023. Disponible en <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630291007132245.pdf>
- Fraser, T. J. & Rowarth, J. S. (1996). Legumes, herbs or grass for lamb performance? (online). Proceeding of New Zealand Grassland Association 58:49-52. Consulted 6 nov. 2023. Available in <https://www.nzgajournal.org.nz/index.php/ProNZGA/article/view/2213/1841>
- GeoBolivia (Información Geoespacial de Bolivia). (s.f.). Datos de área de estudio de la investigación (en línea, sitio web). La Paz, Bolivia. Consultado 8 sep. 2022. Disponible en <https://geo.gob.bo/#/>
- Goites, E. D. (2008). Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar, (INTA) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (en línea). Buenos Aires, Argentina. 140 p. Consultado 20 abr. 2023. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/08/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf
- Google. (2022). Google Earth Pro (Versión 7.3.6.9796) [Software de sistema]. Recuperado de <https://www.google.com/earth/versions/>
- Gramer, (2010). Información técnica "Forrajeras, Catálogo de Cultivares 2010" – INIA Compuestas: Achicoria [INIA LE Lacerta](#) (en línea, sitio web). Montevideo, Uruguay.

- Consultado 4 ago. 2023. Disponible en <http://www.gramer.com.uy/archivos/infotecnica/compuestas/inia-le-lacerta.pdf>
- Gramer, (2022). Achicoria de alta producción y persistencia: Salad A (en línea, sitio web). Montevideo, Uruguay. Consultado 5 ago. 2022. Disponible en <http://gramer.com.uy/archivos/FolletoAchicoriaSaladA.pdf>
- Guasch (Semillera Guasch - Compañía Argentina). (2022). Informe de Producto: Achicoria Forrajera Común (en línea). Consultado 12 nov. 2023. Disponible en https://www.google.com/search?q=Achicoria+Forrajera+Com%C3%BA&rlz=1C1ASUM_enBO608BO618&oq=Achicoria+Forrajera+Com%C3%BA&aqs=chrome..69i57j35i39j69i60.1007j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Hernández, G. Y. (2022). “Comportamiento agronómico y producción del llantén (*plantago lanceolata* L.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en Ibarra-imbabura” (en línea). Trabajo de Grado Ing. Agrop. Ibarra, Ecuador, UTN. 74 p. Consultado 16 may. 2023. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13372/2/03%20AGP%20346%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- InfoStat Group. (2020). InfoStat (Versión 2020). Software Estadístico. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar/>
- iRiego (iRiego New Generation). (2017). El cultivo de la achicoria (en línea, sitio web). León, España. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en https://www.iriego.es/blog/noticias-2/post/el-cultivo-de-la-achicoria-83#blog_content
- Kuiper, P.J.C., & Bos, M. (1992). *Plantago: A multidisciplinary study*. Ecological Studies N° 89. Springer Verlag, Berlin, Germany. Consulted 2 sep. 2023. Available in <https://books.google.com.bo/books?hl=es&lr=&id=JrP0CAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Plantago:+A+multidisciplinary+study.+Ecological+Studie&ots=M81e-m6FL6&sig=DQE8yNsul7RTzA-TICgs0m58jJk#v=onepage&q=Plantago%3A%20A%20multidisciplinary%20study.%20Ecological%20Studie&f=false>
- LAFASA – UMSA (Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía –Universidad Mayor de San Andrés) 2022. Informe de análisis de datos.

- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F., (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas (en línea). Quito, Ecuador. 621 p. Consultado 10 oct. 2023. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Gutierrez-43/publication/365964335_PASTOS_Y_FORRAJES_DEL_ECUADOR/links/638a39682c563722f2309012/PASTOS-Y-FORRAJES-DEL-ECUADOR.pdf
- Mijalenko, S., Sanz, N.G., & Kovacic, P.N., (2012). Llantén funcional (en línea, sitio web). Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 19 sep. 2023. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/13-Llanten_Funcional.pdf
- Milo, B. (2002). Plantas Medicinales y Drogas Vegetales: Llantén menor *Plantago lanceolata* L. (plantagináceas), Barcelona, España (en línea). Revista Elsevier 21(4):164. Consultado 19 jul. 2023. Disponible en <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13029365>
- Momberg, J., Balocchi, O. A. y Keim, J.P (2017). Evaluación del establecimiento de tres cultivares de achicoria (*Cichorium intybus* L.) en siembra asociada a ballica bianual y avena en la comuna de Purranque, Valdivia, Chile (en línea). Revista AgroSur 45(2): 21-29. Consultado 12 nov. 2023. Disponible en <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v45n2/art03.pdf>
- Montalvo, B. E. (2018). “Rendimiento de biomasa verde de achicoria (*Cichorium intybus* L.) sometido a dos sistemas de siembra y tres tipos de abonos orgánicos, en el Sector Chabayan, Cantón Espejo, Provincia del Carchi” (en línea). Trabajo de Titulación Ing. Agr. Espejo - El Ángel – Carchi, Ecuador, UTB. 63 p. Consultado 16 sep. 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4383/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, G. y Rosas, S. A. (2012). Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*Cichorium intybus*) y llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo (en línea). Tesis de Grado Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 96 p. Consultado 17 jul. 2023. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1709/1/3820mor.pdf>
- NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio); POWER (Proyecto de Predicción de Recursos Energéticos Mundiales del Centro de Investigación Langley (LaRC)), financiado a través del Programa de Ciencias de la Tierra/Ciencias Aplicadas de la NASA

- (2022). Datos meteorológicos extraídos de la plataforma NASA – POWER (NP) del área de investigación (en línea). Consultado 22 abr. 2022. Disponible en <https://power.larc.nasa.gov/>
- Palacios, K. P. y Proaño, L. D. (2018). Comparación del efecto cicatrizante de los extractos hidroalcohólicos de escancel (*Aerva sanguinolenta* L) y llantén (*Plantago major* L) en animales de experimentación (en línea). Tesis de Grado Quím. Farmacéutico. Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 117 p. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb38671a-e97d-4f76-a7c2-a8f9c0f8ef59/content>
- Pati, A. (2021). Análisis multicriterio para la identificación de áreas agroecológicas para el centro experimental cota cota en la ciudad de la paz - Bolivia (en línea). Tesis de Grado Ing. Agr. La Paz, Bolivia, UMSA. 110 p. Consultado 12 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25751/T-2848.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar, P. F. (2010). Evaluación y caracterización morfoagronómica del *Plantago lanceolata* (Llantén forrajero) (en línea). Tesis de Grado Ing. Zoot. Riobamba, Ecuador, ESPOCH. 84 p. Consultado 3 ago. 2023. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1257/1/17T0963.pdf>
- PDCCC (Plan Director Campus Cota Cota). (2009). Proyecto institucional elaborado por unidades académicas de la Universidad Mayor de San Andrés: Propuesta urbana y propuesta paisajística (en línea). Consultado 6 sep. 2023. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11621/lib-009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PDM-LP (Plan de Desarrollo Municipal) (2000 – 2004). Plan de Desarrollo Municipal Gestión 2000 – 2004: Gobierno Municipal de La Paz (en línea). Consultado 19 sep. 2023. Disponible en <https://www.bivica.org/files/desarrollo-municipal-la-paz.pdf>
- Perrachón, J., Becoña, G. e Irigoyen, A. (2009). Pensando en verdeos y praderas (en línea). Revista Plan Agropecuario (129): 46-48. Montevideo. Consultado 12 feb. 2023. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R129/R_129_46.pdf

- Portillo, P. A., Meneses, D. H., Morales, S. P., Cadena M. M. y Castro, E. (2019). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia (en línea). Revista SciELO 42(2):93-103. Consultado 2 mar. 2023. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942019000200093&script=sci_arttext
- Ramírez, C.A. (2019). Selectividad bajo pastoreo ovino en una pradera polifítica, incluyendo *Plantago lanceolata* L. y *Cichorium intybus* L. en inicio y final de la estación primaveral en Valdivia (en línea). Memoria Ing. Agr. Valdivia, Chile, UACH. 39 p. Consultado 22 jul. 2023. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2019/far173s/doc/far173s.pdf>
- Ramírez, L. I., Rea, A. E. y Karaben, V. E. (2016). Llantén: propiedades y usos medicinales, Corrientes, Argentina (en línea). Revista Facultad de Odontología 11(1):22-26. Consultado 19 jul. 2023. Disponible en <file:///C:/Users/Cristian/Downloads/3862-12324-1-PB.pdf>
- Rapoport, E.H., Marzocca, A. y Drausal, B.S. (2009). Malezas Comestibles del Cono Sur y otras partes del planeta (en línea). Buenos Aires, Argentina. 216 p. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://ia803108.us.archive.org/24/items/MalezasComestiblesDelConoSur/MalezasComestiblesDelConoSur.pdf>
- Ray, J., Watson, R. H. & Parish, J. A. (2005). Chicory Establishment Guidelines (online). Consulted 14 ago. 2023. Available in <http://www.kestersnursery.com/chicory.htm>
- Rebuffo, M. (2008). Achicoria INIA LE LACERTA: alternativa de alta calidad en rotaciones cortas (en línea, sitio web). Sitio Argentino de Producción Animal Programa Nacional de Pasturas y Forrajes. Consultado 18 sep. 2023. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/108-achicoria.pdf
- Rumball, W. (1986). Grasslands Puna chicory (*Cichorium intybus* L.) (online). New Zealand Journal of Experimental Agriculture 14:1, 105-107. Consulted 7 ago. 2023. Available in <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/03015521.1986.10426133?needAccess=true>
- Rumball, W., Keogh, R. G., Lane, G. E., Miller J. E. & Claydon R. B. (1997). 'Grasslands Lancelot' plantain (*Plantago lanceolata* L.) (online). New Zealand Journal of Agricultural Research 40:3, 373-377 DOI: 10.1080/00288233.1997.9513258 Consulted 12 sep. 2023. Available in <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00288233.1997.9513258>

- Schoofs, J. & De Langhe E. (1988). Biotechnology in Agriculture and Forestry: Chicory (*Cichorium intybus* L.) (online). Consulted 27 abr. 2023. Available in https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-73520-2_14#citeas
- Serrano, M. (1989). Achicoria (en línea). Revista Ciencias, UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) Consultado 12 sep. 2023. Disponible en https://vinculacion.dgire.unam.mx/vinculacion-1/sitio_LCDC/PDF-LCDC/REVISTA-DE-CIENCIAS-BIOLOGIA/HERBOLARIA/Doc1.pdf
- Stewart, A.V. (1996). Plantain (*Plantago lanceolata*) – a potential pasture species (online). Consulted 6 ago. 2023. Available in https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_658.pdf
- Tarqui, M. (2016). Determinación del índice de estrés hídrico del cultivo de lechuga, mediante el método de termometría infrarroja a diferentes láminas de riego (en línea). Tesis de Maestría Ing. Agr. La Paz, Bolivia, UMSA. 147 p. Consultado 3 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13275/TM-2415.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Traub, A.J. (2014). Achicoria: Precursora de la Inulina (en línea). Santiago, Chile. Consultado 12 jun. 2023. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/07/Inulina201407.pdf>
- UMSS (Universidad Mayor de San Simón) 1996. Informe de Cierre de Proyecto “Conservación ambiental a través de la valoración etnobotánica y etnofarmacológica en Bolivia”. Bolivia: Editorial Universitaria; 1996.
- Vega, E. A. (2019). Utilización de diferentes tipos de mezclas forrajeras en conejos mejorados y criollos para evaluar el rendimiento productivo en etapa de crecimiento en el ceasa (en línea). Proyecto de Grado Vet. Zoot. Latacunga, Ecuador, UTC. 139 p. Consultado 17 jun. 2023. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5900/6/PC-000530.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.- RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO ACHICORIA



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Gestión: 2022
Remitente: MARIA DANIELA CALLIZAYA QUENTA
Institución: -
Fecha de recepción de muestra: 06/04/2022
Fecha de verificación de pago: 07/04/2022
Fecha entrega de resultado: 16/05/2022

CÓDIGO DE MUESTRA	82
Tipo de muestra	HOJAS
Nombre de la muestra	ACHICORIA FORRAJERA (CICHORIUM INTYBUS L.)
Lugar	LA PAZ, COTA COTA
Variedad	PUNTHER
Lote	CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA
Fecha de muestreo	02/04/2022
Observaciones	UMSA (UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES)

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	6,99
Cenizas	Gravimétrico	%	19,03
Proteína bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	20,76
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	3,78
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	14,61
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	24,04
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	24,98
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	0,36
Potasio (K)	Emisión de llama	%	5,00
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	0,80
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	1,19
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	0,26
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidez)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azometina)	ppm	-

* Todos los resultados están reportados en base seca


 Ing. Ingrid Urquiza
 Responsable del Análisis


 Lic. Takashi Bravo
 Responsable de Laboratorio



ANEXO 2.- RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO LLANTÉN



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Gestión: 2022
Remitente: MARIA DANIELA CALLIZAYA QUENTA
Institución: -
Fecha de recepción de muestra: 06/04/2022
Fecha de verificación de pago: 07/04/2022
Fecha entrega de resultado: 05/05/2022

CÓDIGO DE MUESTRA	81
Tipo de muestra	HOJAS
Nombre de la muestra	LLANTÉN FORRAJERO (PLANTAGO LANCEOLATA L.)
Lugar	LA PAZ, COTA COTA
Variedad	BOSTON
Lote	CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA
Fecha de muestreo	02/04/2022
Observaciones	UMSA (UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES)

DETERMINACIÓN	TÉCNICA EMPLEADA	UNIDAD	RESULTADO
Materia Seca	Gravimétrico	%	5,89
Cenizas	Gravimétrico	%	19,81
Proteína bruta	Volumétrico (Micro Kjeldahl)	%	15,89
Extracto etéreo (grasa)	Gravimétrico (Extracción Soxhlet)	%	1,77
Fibra cruda ó Fibra Bruta (FC ó FB)	Gravimétrico (Técnica Weende)	%	13,48
Fibra detergente ácido (FDA)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	21,28
Fibra detergente neutro (FDN)	Gravimétrico (Técnica Van Soest)	%	22,41
Fósforo (P)	Espectrofotometría (Vanadomolibdato de amonio)	%	0,28
Potasio (K)	Emisión de llama	%	3,71
Sodio (Na)	Emisión de llama	%	0,41
Calcio (Ca)	Absorción Atómica	%	1,48
Magnesio (Mg)	Absorción Atómica	%	0,45
Hierro (Fe)	Absorción Atómica	ppm	-
Manganeso (Mn)	Absorción Atómica	ppm	-
Zinc (Zn)	Absorción Atómica	ppm	-
Cobre (Cu)	Absorción Atómica	ppm	-
Azufre (S)	Espectrofotometría (Turbidez)	%	-
Boro (B)	Espectrofotometría (Azometina)	ppm	-

* Todos los resultados están reportados en base seca


 Ing. Ingrid Urquiza
 Responsable del Análisis


 Lic. Takashi Bravo
 Responsable de Laboratorio



ANEXO 3.- RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°291

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: María Daniela Callizaya Quenta
SOLICITUD: LAF 291_2022
ENTREGA: 14/12/2022
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Centro Experimental de Cota Cota
 Parcela Agrícola con Especies Forrajeras

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	24	Bouyoucos
	Limo	%	41	
	Arcilla	%	35	
	Clase Textural		Franco arcilloso	
pH en H ₂ O relación 1:5		-	7,40	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmhos/cm	0.223	Potenciometría
Potasio intercambiable		meq/100g S.	1.026	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total		%	0.27	Kjendahl
Materia orgánica		%	4.03	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	84.1	Espectrofotometría UV-Visible


 Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

ANEXO 4.- DATOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Año	Día	Días desde la Siembra hasta la Cosecha	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)
08-ene-22	8	1	14,9	4,11	9,51
09-ene-22	9	2	12,82	3,59	8,21
10-ene-22	10	3	11,77	4,4	8,09
11-ene-22	11	4	13,51	3,42	8,47
12-ene-22	12	5	13,92	3,72	8,82
13-ene-22	13	6	14,43	3,8	9,12
14-ene-22	14	7	12,14	2,68	7,41
15-ene-22	15	8	14,08	1,87	7,98
16-ene-22	16	9	16,26	3,86	10,06
17-ene-22	17	10	15,26	3,48	9,37
18-ene-22	18	11	13,81	5,15	9,48
19-ene-22	19	12	14,94	3,62	9,28
20-ene-22	20	13	15,39	2,73	9,06
21-ene-22	21	14	15,02	3,87	9,45
22-ene-22	22	15	15,47	4,78	10,13
23-ene-22	23	16	15,48	4,54	10,01
24-ene-22	24	17	12,82	5,13	8,98
25-ene-22	25	18	12,88	4,21	8,55
26-ene-22	26	19	15,91	2,76	9,34
27-ene-22	27	20	12,32	4,01	8,17
28-ene-22	28	21	13,63	4,9	9,27
29-ene-22	29	22	15,65	4,26	9,96
30-ene-22	30	23	14,52	5,15	9,84
31-ene-22	31	24	13,67	3,38	8,53
01-feb-22	32	25	11,18	1,64	6,41
02-feb-22	33	26	14,51	3,33	8,92
03-feb-22	34	27	15,15	5,2	10,18
04-feb-22	35	28	14,53	3,08	8,81
05-feb-22	36	29	16,81	1,44	9,13
06-feb-22	37	30	13,16	4,48	8,82
07-feb-22	38	31	14,77	5,11	9,94
08-feb-22	39	32	14,14	3,34	8,74
09-feb-22	40	33	14,46	4,03	9,25
10-feb-22	41	34	14,17	3,24	8,71

11-feb-22	42	35	14,54	2,98	8,76
12-feb-22	43	36	7,51	3,27	5,39
13-feb-22	44	37	8,97	2,8	5,89
14-feb-22	45	38	14,64	4	9,32
15-feb-22	46	39	14,83	4	9,42
16-feb-22	47	40	12,92	4,22	8,57
17-feb-22	48	41	12	4,22	8,11
18-feb-22	49	42	14,13	4,48	9,31
19-feb-22	50	43	16,9	2,67	9,79
20-feb-22	51	44	14,65	3,55	9,10
21-feb-22	52	45	10,44	2,26	6,35
22-feb-22	53	46	11,21	2,98	7,10
23-feb-22	54	47	13,33	4,34	8,84
24-feb-22	55	48	14,62	4,4	9,51
25-feb-22	56	49	12,6	3,51	8,06
26-feb-22	57	50	11,47	4,87	8,17
27-feb-22	58	51	14,54	4,26	9,40
28-feb-22	59	52	14,7	5,44	10,07
01-mar-22	60	53	13,8	5,57	9,69
02-mar-22	61	54	14,94	3,72	9,33
03-mar-22	62	55	13,79	4,35	9,07
04-mar-22	63	56	15,4	4,4	9,90
05-mar-22	64	57	15,59	5,14	10,37
06-mar-22	65	58	15,65	5,35	10,50
07-mar-22	66	59	12,77	6,2	9,49
08-mar-22	67	60	11,95	2,36	7,16
09-mar-22	68	61	15,25	1,14	8,20
10-mar-22	69	62	15,24	4,52	9,88
11-mar-22	70	63	12,26	4,07	8,17
12-mar-22	71	64	13,44	4,83	9,14
13-mar-22	72	65	14,17	3,31	8,74
14-mar-22	73	66	13,42	2	7,71
15-mar-22	74	67	7,55	1,15	4,35
16-mar-22	75	68	12,46	0,81	6,64
17-mar-22	76	69	14,83	1,43	8,13
18-mar-22	77	70	14,81	3,59	9,20
19-mar-22	78	71	14,23	4,05	9,14
20-mar-22	79	72	13,51	4,03	8,77
21-mar-22	80	73	14,86	3,8	9,33
22-mar-22	81	74	15,65	4,19	9,92
23-mar-22	82	75	17,4	5,53	11,47

24-mar-22	83	76	15,41	2,72	9,07
25-mar-22	84	77	13,9	4,98	9,44
26-mar-22	85	78	11,58	4,76	8,17
27-mar-22	86	79	13,67	4,37	9,02
28-mar-22	87	80	13,67	4,7	9,19
29-mar-22	88	81	16,02	5,11	10,57
30-mar-22	89	82	15,39	5,37	10,38
31-mar-22	90	83	14,03	4,04	9,04
01-abr-22	91	84	14,03	2,05	8,04
02-abr-22	92	85	14,06	1,39	7,73

ANEXO 5.- DATOS METEOROLÓGICOS DE PRECIPITACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Año	Día	Días desde la Siembra hasta la Cosecha	Precipitación (mm/día)
08-ene-22	8	1	0,33
09-ene-22	9	2	3,82
10-ene-22	10	3	1,29
11-ene-22	11	4	5,25
12-ene-22	12	5	2,94
13-ene-22	13	6	0,25
14-ene-22	14	7	4,25
15-ene-22	15	8	2,35
16-ene-22	16	9	1,52
17-ene-22	17	10	5,78
18-ene-22	18	11	5,18
19-ene-22	19	12	2,21
20-ene-22	20	13	0,61
21-ene-22	21	14	9,08
22-ene-22	22	15	1,18
23-ene-22	23	16	7,74
24-ene-22	24	17	3,91
25-ene-22	25	18	1,15
26-ene-22	26	19	4,33
27-ene-22	27	20	3,71
28-ene-22	28	21	7,85
29-ene-22	29	22	9,37

30-ene-22	30	23	8,44
31-ene-22	31	24	20,32
01-feb-22	32	25	9,84
02-feb-22	33	26	9,43
03-feb-22	34	27	21,36
04-feb-22	35	28	2,82
05-feb-22	36	29	0,16
06-feb-22	37	30	13,79
07-feb-22	38	31	0,56
08-feb-22	39	32	0,37
09-feb-22	40	33	20,22
10-feb-22	41	34	13,14
11-feb-22	42	35	7,77
12-feb-22	43	36	3,34
13-feb-22	44	37	0,08
14-feb-22	45	38	1,54
15-feb-22	46	39	0,81
16-feb-22	47	40	1,2
17-feb-22	48	41	14,07
18-feb-22	49	42	7,91
19-feb-22	50	43	3,34
20-feb-22	51	44	5,86
21-feb-22	52	45	1,04
22-feb-22	53	46	5,52
23-feb-22	54	47	10,79
24-feb-22	55	48	1,3
25-feb-22	56	49	0,37
26-feb-22	57	50	3,16
27-feb-22	58	51	1,27
28-feb-22	59	52	0,7
01-mar-22	60	53	1,38
02-mar-22	61	54	0,02
03-mar-22	62	55	6,8
04-mar-22	63	56	1,3
05-mar-22	64	57	0,14
06-mar-22	65	58	0,46
07-mar-22	66	59	1,88
08-mar-22	67	60	0,91
09-mar-22	68	61	0,15
10-mar-22	69	62	3,19
11-mar-22	70	63	1,18

12-mar-22	71	64	3,27
13-mar-22	72	65	8,62
14-mar-22	73	66	17,51
15-mar-22	74	67	12,33
16-mar-22	75	68	5,58
17-mar-22	76	69	0,18
18-mar-22	77	70	2,35
19-mar-22	78	71	0,72
20-mar-22	79	72	2,96
21-mar-22	80	73	8,58
22-mar-22	81	74	0,87
23-mar-22	82	75	0,14
24-mar-22	83	76	0,07
25-mar-22	84	77	2,63
26-mar-22	85	78	3,95
27-mar-22	86	79	1,58
28-mar-22	87	80	4,32
29-mar-22	88	81	0,72
30-mar-22	89	82	0,29
31-mar-22	90	83	0,87
01-abr-22	91	84	0,22
02-abr-22	92	85	9,8

**ANEXO 6.- DATOS METEOROLÓGICOS DE HUMEDAD RELATIVA EN EL ÁREA
DE ESTUDIO**

Año	Día	Días desde la Siembra hasta la Cosecha	Humedad Relativa (%)
08-ene-22	8	1	79,88
09-ene-22	9	2	80,25
10-ene-22	10	3	83,94
11-ene-22	11	4	83,19
12-ene-22	12	5	79,25
13-ene-22	13	6	78,38
14-ene-22	14	7	79,38
15-ene-22	15	8	80,56
16-ene-22	16	9	77,56
17-ene-22	17	10	79,88

18-ene-22	18	11	84,94
19-ene-22	19	12	82,31
20-ene-22	20	13	78,31
21-ene-22	21	14	81,12
22-ene-22	22	15	83,44
23-ene-22	23	16	80,69
24-ene-22	24	17	84,62
25-ene-22	25	18	82,62
26-ene-22	26	19	79,81
27-ene-22	27	20	88
28-ene-22	28	21	82,62
29-ene-22	29	22	81,62
30-ene-22	30	23	83,44
31-ene-22	31	24	84,88
01-feb-22	32	25	87,06
02-feb-22	33	26	82,69
03-feb-22	34	27	83,81
04-feb-22	35	28	82,62
05-feb-22	36	29	74,69
06-feb-22	37	30	84,94
07-feb-22	38	31	84,31
08-feb-22	39	32	81,75
09-feb-22	40	33	82,62
10-feb-22	41	34	82,62
11-feb-22	42	35	83,38
12-feb-22	43	36	91,38
13-feb-22	44	37	93
14-feb-22	45	38	83,19
15-feb-22	46	39	83,81
16-feb-22	47	40	86,38
17-feb-22	48	41	87,56
18-feb-22	49	42	86,44
19-feb-22	50	43	80,62
20-feb-22	51	44	80,5
21-feb-22	52	45	86,19
22-feb-22	53	46	89,94
23-feb-22	54	47	86,06
24-feb-22	55	48	84,44
25-feb-22	56	49	86,06
26-feb-22	57	50	88,62
27-feb-22	58	51	84,06

28-feb-22	59	52	83,81
01-mar-22	60	53	85,06
02-mar-22	61	54	81,25
03-mar-22	62	55	82,56
04-mar-22	63	56	80,75
05-mar-22	64	57	81,5
06-mar-22	65	58	80,94
07-mar-22	66	59	84,44
08-mar-22	67	60	87,69
09-mar-22	68	61	78,81
10-mar-22	69	62	83,75
11-mar-22	70	63	91,31
12-mar-22	71	64	86,12
13-mar-22	72	65	85,25
14-mar-22	73	66	86,94
15-mar-22	74	67	89,12
16-mar-22	75	68	83,25
17-mar-22	76	69	80,56
18-mar-22	77	70	81,38
19-mar-22	78	71	85,06
20-mar-22	79	72	86,25
21-mar-22	80	73	85,25
22-mar-22	81	74	81,94
23-mar-22	82	75	77,75
24-mar-22	83	76	81,81
25-mar-22	84	77	86,75
26-mar-22	85	78	88,25
27-mar-22	86	79	83,88
28-mar-22	87	80	86,69
29-mar-22	88	81	82,81
30-mar-22	89	82	79,94
31-mar-22	90	83	84,19
01-abr-22	91	84	81,69
02-abr-22	92	85	82,12

ANEXO 7.- PRESUPUESTO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA (Bs.) CULTIVO DE ACHICORIA EN FORRAJE Achicoria forrajera (*Cichorium intybus L.*) variedad Punther

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	N° DE CANTIDAD	VALOR UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
A. GASTOS DEL CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación del terreno (limpieza)	jornal	1	60	60
1.2 Siembra (Chorro continuo)	jornal	1,00	100,00	100,00
1.3 Abonamiento	jornal	1,00	80,00	80,00
1.4 Labores culturales				
- Deshierbe	jornal	10,00	100,00	1000,00
- Aporque	jornal	10,00	100,00	1000,00
1.5 Evaluación de campo	jornal	3,00	100,00	300,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				2.540,00
2. Tracción motriz Agrícola:				
2.1 Preparación de terreno				
- Roturado de suelo (Tractor)	hr	3,00	120,00	360,00
- Rastrado (mullido y nivelado)	hr	1,50	120,00	180,00
2.2 Siembra				
- Siembra (rastrado)	hr	1,50	120,00	180,00
- Abonadora de arrastre	hr	3,00	120,00	360,00
2.3 Cosecha				
- Cosecha siega (1er. Corte)	hr	3,00	120,00	360,00
- Carguío (camioneta)	viaje	2,00	200,00	400,00
SUB - TOTAL TRACCIÓN MOTRIZ AGRÍCOLA				1.840,00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
- Semilla Achicoria forrajera (certificada)	kg	6,00	137,54	825,24
- Transporte y envío de semillas	kg	6,00	35,00	210,00
3.2 Fertilizante				
- Abono natural	qq	50,00	20,00	1000,00
3.3 Combustible				
- Combustible	L	50,00	3,70	185,00
3.4 Laboratorio				
- Análisis bromatológico	Gbl	1,00	622,00	622,00
- Transporte y envío de muestras	kg	1,00	55,00	55,00

SUB - TOTAL INSUMOS				2.897,24
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevisto (5%)	Gbl	1,00	363,86	363,86
SUB - TOTAL GASTOS GENERALES				363,86
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				7.641,10
Rendimiento de forraje	kg MV/ha	31041,67		
Rendimiento ajustado -(10%)	kg MV/ha	27937,50	0,50	13.968,75
INGRESO TOTAL				13.968,75
UTILIDAD				6.327,65
BENEFICIO COSTO (B/C)				1,83

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTAREA (Bs.)
CULTIVO DE LLANTÉN EN FORRAJE
Llantén forrajero (*Plantago lanceolata L.*) variedad Boston

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE CANTIDAD	VALOR UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
A. GASTOS DEL CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación del terreno (limpieza)	jornal	1	60	60
1.2 Siembra (Chorro continuo)	jornal	1,00	100,00	100,00
1.3 Abonamiento	jornal	1,00	80,00	80,00
1.4 Labores culturales				
- Deshierbe	jornal	10,00	100,00	1000,00
- Aporque	jornal	10,00	100,00	1000,00
1.5 Evaluación de campo	jornal	3,00	100,00	300,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				2.540,00
2. Tracción motriz Agrícola:				
2.1 Preparación de terreno				
- Roturado de suelo (Tractor)	hr	3,00	120,00	360,00
- Rastrado (mullido y nivelado)	hr	1,50	120,00	180,00
2.2 Siembra				
- Siembra (rastrado)	hr	1,50	120,00	180,00
- Abonadora de arrastre	hr	3,00	120,00	360,00
2.3 Cosecha				
- Cosecha siega (1er. Corte)	hr	3,00	120,00	360,00
- Carguío (camioneta)	viaje	2,00	200,00	400,00
SUB - TOTAL TRACCIÓN MOTRIZ AGRÍCOLA				1.840,00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
- Semilla Llantén forrajero (certificada)	kg	7,00	141,21	988,47

- Transporte y envío de semillas	kg	7,00	35,00	245,00
3.2 Fertilizante				
- Abono natural	qq	50,00	20,00	1000,00
3.3 Combustible				
- Combustible	L	50,00	3,70	185,00
3.4 Laboratorio				
- Análisis bromatológico	Gbl	1,00	622,00	622,00
- Transporte y envío de muestras	kg	1,00	55,00	55,00
SUB - TOTAL INSUMOS				3.095,47
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevisto (5%)	Gbl	1,00	373,77	373,77
SUB - TOTAL GASTOS GENERALES				373,77
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				7.849,24
Rendimiento de forraje	kg MV/ha	26710,63		
Rendimiento ajustado -(10%)	kg MV/ha	24039,56	0,50	12.019,78
INGRESO TOTAL				12.019,78
UTILIDAD				4.170,54
BENEFICIO COSTO (B/C)				1,53

ANEXO 8.- SEMILLAS DE ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 9.- PRUEBA DE VIABILIDAD DE SEMILLAS



ANEXO 10.- PESAJE DE SEMILLAS DE ACHICORIA SEGÚN LAS DENSIDADES DE SIEMBRA



ANEXO 11.- PESAJE DE SEMILLAS DE LLANTÉN SEGÚN LAS DENSIDADES DE SIEMBRA



ANEXO 12.- PREPARACIÓN DEL TERRENO



ANEXO 13.- ESTABLECIMIENTO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES



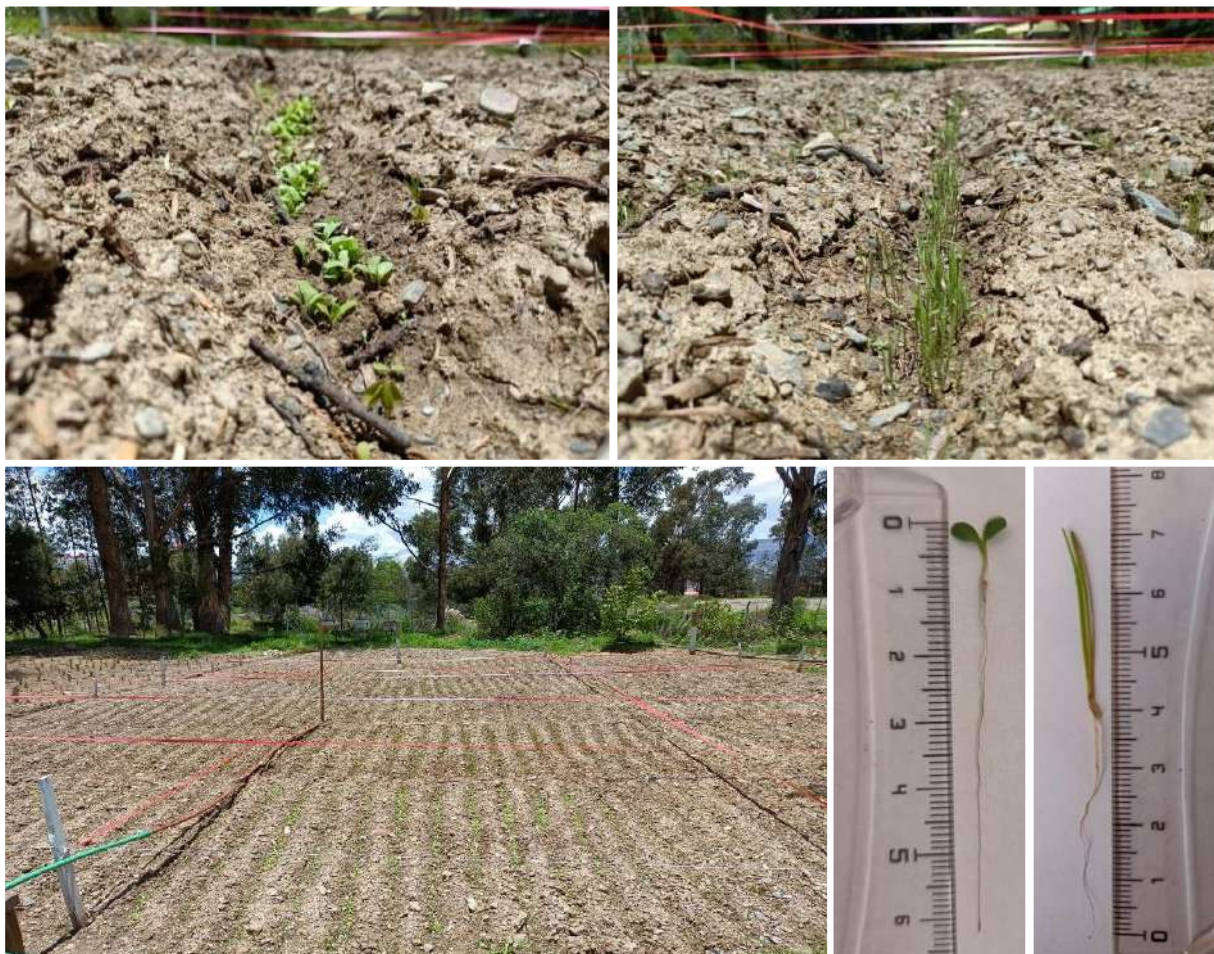
ANEXO 14.- SIEMBRA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS



ANEXO 15.- ETAPA FENOLÓGICA INICIAL ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 16.- ESPECIES FORRAJERAS A LOS 14 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



ANEXO 17.- REGISTRO DE DATOS INICIALES DE ACHICORIA



ANEXO 18.- REGISTRO DE DATOS INICIALES DE LLANTÉN



ANEXO 19.- COLOCACIÓN DE MARCOS DE AFORO / CUADRANTES POR UNIDAD EXPERIMENTAL



ANEXO 20.- HOJAS VERDADERAS DE LAS ESPECIES FORRAJERAS



ANEXO 21.- ESPECIES FORRAJERAS A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



ANEXO 22.- PARCELA EXPERIMENTAL DESPUÉS DE UNA PRECIPITACIÓN



ANEXO 23.- FORMACIÓN DE ROSETA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS



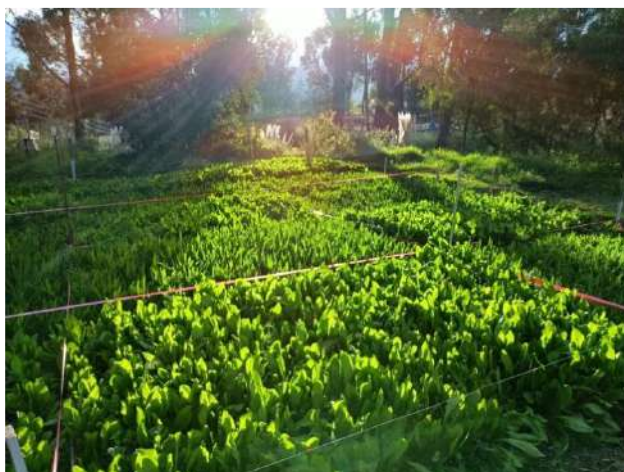
ANEXO 24.- ESPECIES FORRAJERAS A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



ANEXO 25.- ESPECIES FORRAJERAS A LOS 70 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA



**ANEXO 26.- PARCELA EXPERIMENTAL DE ESPECIES FORRAJERAS DE
ACHICORIA Y LLANTÉN**



**ANEXO 27.- REGISTRO DE ALTURA DE PLANTA, LARGO Y ANCHO DE HOJA
ACHICORIA**



**ANEXO 28.- REGISTRO DE ALTURA DE PLANTA, LARGO Y ANCHO DE HOJA DE
LLANTÉN**



ANEXO 29.- CORTE DE MATERIA VERDE DEL MARCO DE AFORO 0,16 m²



ANEXO 30.- PESAJE DE MATERIA VERDE DE ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 31.- PESAJE Y REGISTRO DE MATERIA SECA DE ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 32.- COSECHA DEL ÁREA EXPERIMENTAL DE ESPECIES FORRAJERAS



**ANEXO 33.- COSECHA DE ESPECIES FORRAJERAS A UNA ALTURA DE 3 cm
SOBRE LA SUPERFICIE DEL SUELO**



**ANEXO 34.- PESAJE DE MATERIA VERDE DE CADA UNIDAD EXPERIMENTAL
DE ESPECIES FORRAJERAS**



ANEXO 35.- ÁREA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL COSECHADA



ANEXO 36.- PRUEBA DE PALATABILIDAD ANIMAL ACHICORIA



ANEXO 37.- PRUEBA DE PALATABILIDAD ANIMAL LLANTÉN



ANEXO 38.- HOJAS DE ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 39.- DESARROLLO VEGETATIVO FORMACIÓN DE TALLO ACHICORIA



ANEXO 40.- DESARROLLO VEGETATIVO FORMACIÓN DE RAMAS ACHICORIA



ANEXO 41.- ALTURA PLANTA DE ACHICORIA



ANEXO 42.- MEDICIÓN ALTURA PLANTA ACHICORIA



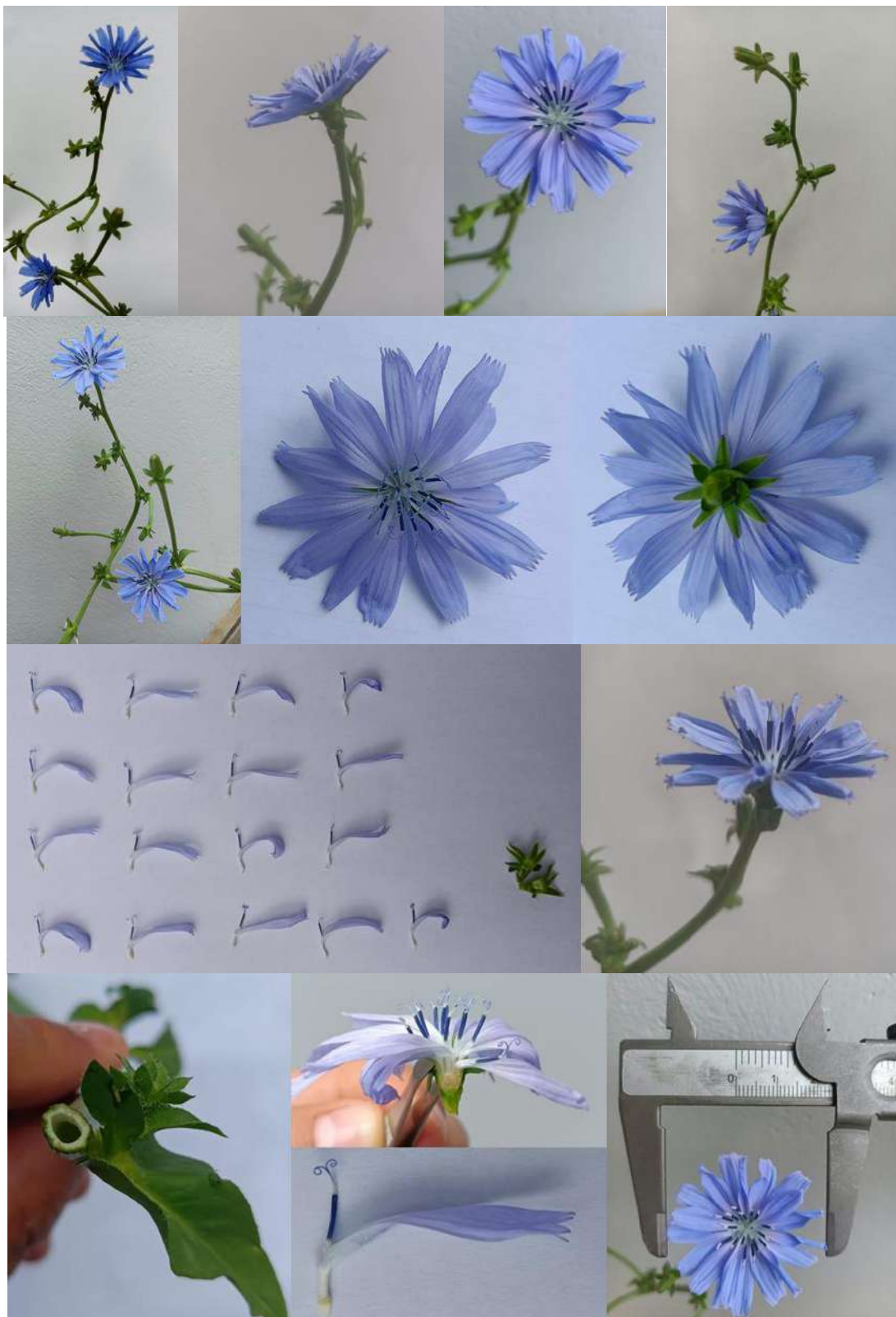
ANEXO 43.- TUTORADO EN LA ESPECIE FORRAJERA ACHICORIA



ANEXO 44.- DESARROLLO DE BOTONES FLORALES ACHICORIA



ANEXO 45.- FLORES DE LA ESPECIE FORRAJERA ACHICORIA



ANEXO 46.- FORMACIÓN DE FRUTO DE LA ESPECIE FORRAJERA ACHICORIA



ANEXO 47.- COSECHA DE SEMILLAS DE ACHICORIA



**ANEXO 48.- DESARROLLO VEGETATIVO FORMACIÓN DEL ESCAPO FLORAL
DE LA ESPECIE FORRAJERA LLANTÉN**



**ANEXO 49.- EMISIÓN DE ESCAPOS FLORALES DE LLANTÉN -
INFLORESCENCIAS**



ANEXO 50.- FRUCTIFICACIÓN DE LA ESPECIE FORRAJERA LLANTÉN



ANEXO 51.- MADURACIÓN DE FRUTO DE LA ESPECIE FORRAJERA LLANTÉN



ANEXO 52.- MEDICIÓN ALTURA PLANTA LLANTÉN



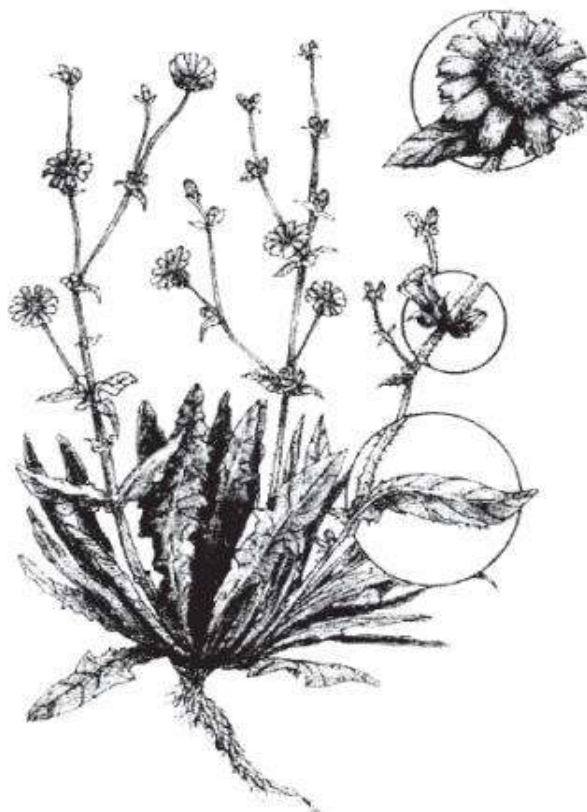
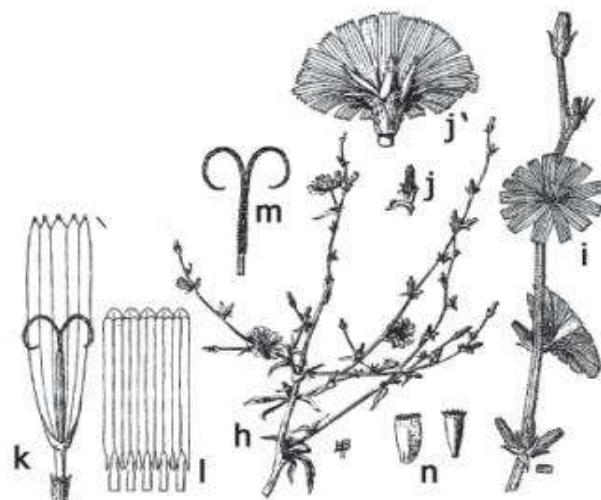
ANEXO 53.- COSECHA DE SEMILLAS DE LLANTÉN



ANEXO 54.- FLORES DE ACHICORIA Y LLANTÉN



ANEXO 55.- BOTÁNICA DE ACHICORIA



Cichorium intybus: h: rama, i: inflorescencia, j: capitulo cerrado, j': capitulo abierto, k: flor, l: anteras, m: estilo, n: achenios (de A.L. Cabrera en Bukart 1979, Fl. Entre Ríos, INTA). Abajo: aspecto general (de Rapoport et al. 1997).

Fuente: Rapoport *et al.*, (2009)

ANEXO 56.- BOTÁNICA DE LLANTÉN

Bayón, N.D., M.N. Colares, A.M. Arambarri & S.Z. Viña

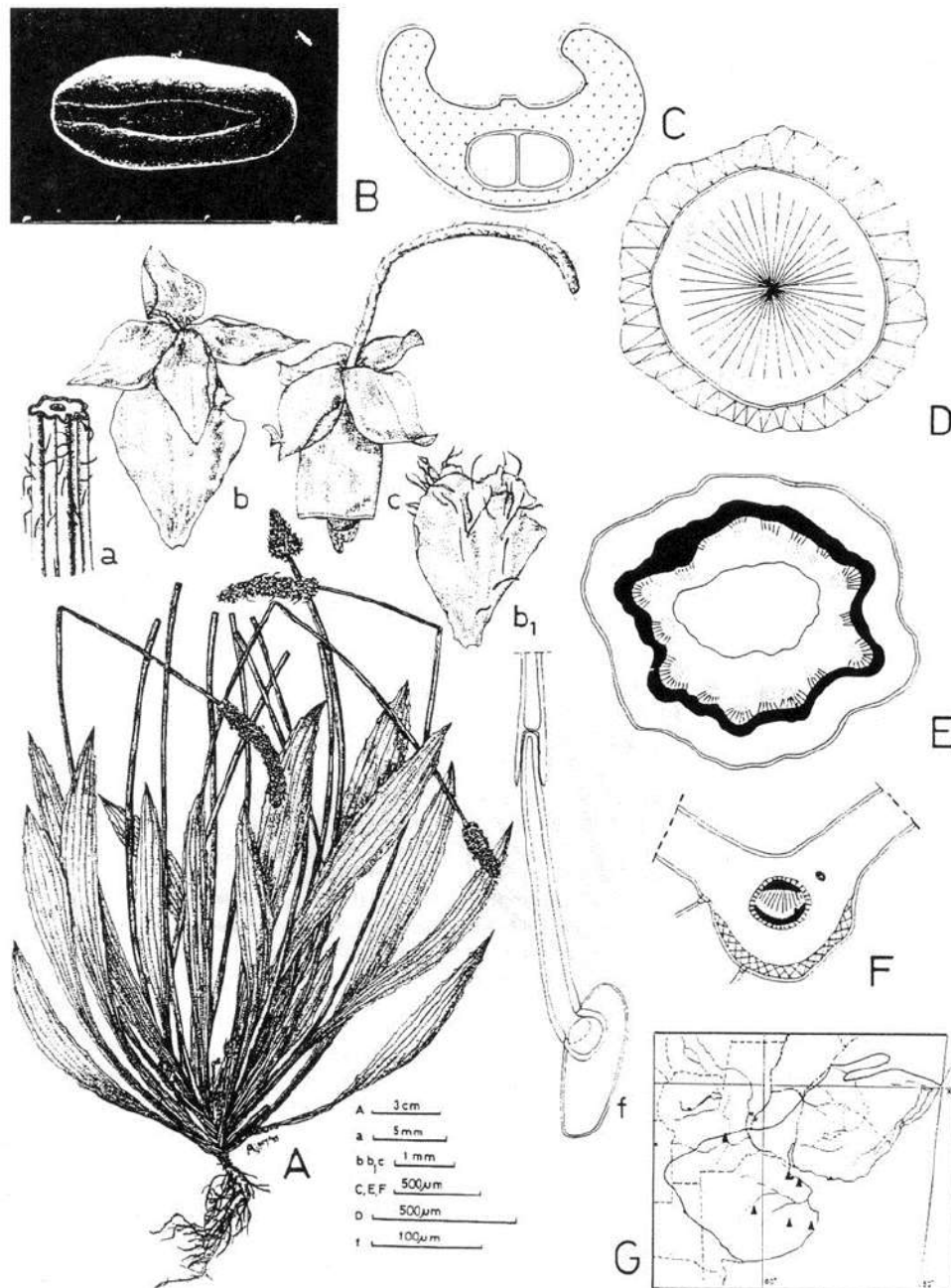


Figura 2. *Plantago lanceolata* L. A, planta con inflorescencias; a, escapo sulcado (detalle); b, flor; b₁, bráctea; c, cápsula; B, semilla (x35); C, semilla (CT); D, raíz (CT); E, escapo floral (CT); F, hoja (CT); f, tricoma no glandular mostrando los extremos de las células ensamblados; G, mapa de distribución.

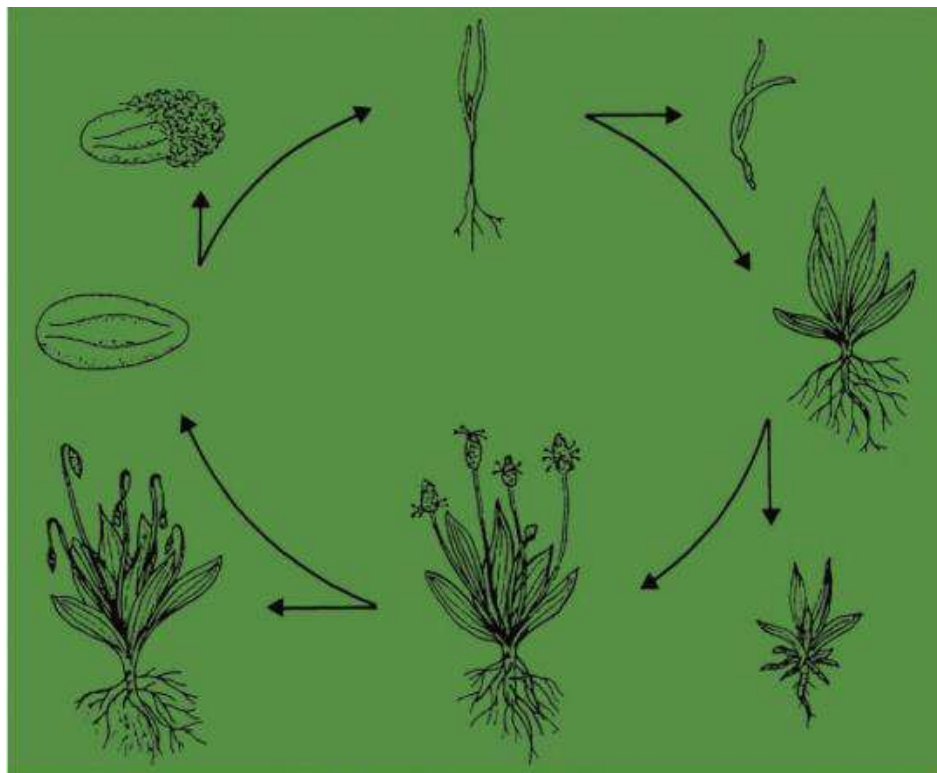
Fuente: Bayon *et al.*, (2000)

ANEXO 57.- FENOLOGIA DE ACHICORIA



Fuente: (Ray, 2005)

ANEXO 58.- FENOLOGÍA DE LLANTÉN



Fuente: Kuiper y Bos (1992)

Autor: Maria Daniela Callizaya Quenta

Correo electrónico: mariadanielacallizaya@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7890-7790>

Número de celular: +591 63160043