

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TESIS DE GRADO

EVALUACION AGRONOMICA DE DOS ESPECIES FORRAJERAS ACHICORIA
(*Cichorium intybus*) Y LLANTEN (*Plantago lanceolata*) A DIFERENTES NIVELES
DE TE DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA ESTACION EXPERIMENTAL
PATACAMAYA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

ADRIAN BEIMAR URQUIZO LIMA

La Paz – Bolivia

2024

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**EVALUACION AGRONOMICA DE DOS ESPECIES FORRAJERAS ACHICORIA
(*Cichorium intybus*) Y LLANTEN (*Plantago lanceolata*) A DIFERENTES NIVELES
DE TÉ DE HUMUS DE LOMBRIZ EN LA ESTACION EXPERIMENTAL
PATACAMAYA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Tesis de grado presentado
como requisito parcial para
obtener el título académico
de ingeniero

Presentado por:

ADRIAN BEIMAR URQUIZO LIMA

ASESOR:

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Ing. María Eugenia Cari Mamani

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño Fernández

Ing. M.Sc. Bernardo Ticona Contreras

Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2024

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación con muchísimo cariño y amor a mis queridos padres:

Rene Urquiza Zenteno y Filomena Lima Sillero.

Quienes han sido mi apoyo incondicional durante toda mi vida, quienes me inculcaron valores en cada etapa de mi vida, quienes me apoyaron moral, emocional y económicamente. Agradezco infinitamente que estén a mi lado y su continua motivación para esta nueva etapa de mi vida.

También dedicar esta tesis a esa persona especial que estuvo en mi vida durante 9 años, a mis amigos, por su constante ánimo y motivación. Sin todos ustedes este logro no habría sido posible. Finalmente dedico este trabajo de tesis a todas aquellas personas que como yo buscan superarse y alcanzar su meta a pesar de las dificultades, espero que mi trabajo pueda ser de ayuda y motivación para quienes se encuentran en ese camino.

A mis queridos hermanos: Ariel y Carla. Por su constante apoyo y cariño incondicional, que siempre me brindan. Por todos esos buenos momentos que pasamos juntos, vivencias compartidas, la mayor felicidad ha sido tenerlos en mi vida.

A toda mi familia y amigos de la Universidad

“Antes que cualquier otra cosa, la preparación es la llave del éxito”

Alexander Graham Bell

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Autoridades, plantel docente de la carrera de Ingeniería Agronómica, por haber contribuido en mi formación profesional.

A mis distinguidos asesores Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado, Ing. María Eugenia Cari Mamani por la orientación, asesoramiento, y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de investigación.

A los distinguidos miembros del tribunal Revisor conformado por: Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño Fernández, Ing. M.Sc. Bernardo Ticona, Ing. Marcela Daniela Mollericona Alfaro, por sus valiosos aportes en la realización del trabajo de tesis, junto a sus acertadas correcciones.

A la Estación Experimental Patacamaya dependiente de la facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por haberme brindado sus predios durante la realización del trabajo de investigación.

Un enorme y sincero agradecimiento a Tatiana Q. por sus palabras de aliento, motivación y apoyo incondicional en la realización del trabajo de investigación.

A todos mis queridos compañeros y amigos de la Universidad, que de alguna manera contribuyeron a la culminación del trabajo de tesis; y estuvieron conmigo en cada momento académico vivido ¡Muchas Gracias!

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUCCION | 5 |
| 1.1 Antecedentes | 6 |
| 1.2 Planteamiento del Problema | 7 |
| 1.3 Justificación..... | 7 |
| 1.3.1 Justificación Académica..... | 7 |
| 1.3.2 Justificación Técnica..... | 7 |
| 2 OBJETIVOS | 8 |
| 2.1 Objetivo General | 8 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 8 |
| 2.3 Hipótesis | 8 |
| 3 REVISION BIBLIOGRAFICA | 9 |
| 3.1 Cultivo de Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)..... | 9 |
| 3.1.1 Origen y Expansión | 9 |
| 3.1.2 Importancia del cultivo de la achicoria a nivel industrial | 10 |
| 3.1.3 Clasificación Taxonómica | 10 |
| 3.1.4 Características botánicas..... | 11 |
| 3.1.5 Ciclo del cultivo..... | 12 |
| 3.1.6 Requerimientos Edafo-climáticos | 13 |
| 3.1.7 Enemigos del Cultivo | 13 |
| 3.2 Cultivo de Llantén (<i>Plántago lanceolata</i>)..... | 14 |
| 3.2.1 Origen del Cultivo | 14 |
| 3.2.2 Taxonomía del cultivo | 14 |
| 3.2.3 Características Botánicas | 15 |
| 3.2.4 Ciclo del Cultivo | 16 |
| 3.2.5 Requerimientos Edafo-climáticos | 16 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.2.6 | Enemigos del Cultivo | 17 |
| 3.3 | Humus de lombriz | 17 |
| 3.3.1 | Generalidades | 17 |
| 3.3.2 | Lumbricultura | 18 |
| 3.3.3 | Valor de los nutrientes del Humus de Lombriz | 18 |
| 3.3.4 | Ácidos Fúlvicos | 19 |
| 3.3.5 | Ácidos Húmicos | 19 |
| 3.3.6 | Huminas..... | 19 |
| 3.3.7 | Lombrices | 20 |
| 3.3.8 | Humus de lombriz..... | 22 |
| 3.3.9 | Té de humus de lombriz | 27 |
| 4 | LOCALIZACIÓN | 28 |
| 4.1 | Ubicación Geográfica..... | 28 |
| 4.1.1 | Topografía | 29 |
| 4.2 | Características Ecológicas..... | 29 |
| 4.2.1 | Clima..... | 29 |
| 4.2.2 | Temperatura | 29 |
| 4.2.3 | Precipitación pluvial | 29 |
| 4.2.4 | Heladas..... | 29 |
| 5 | MATERIALES Y METODOS..... | 30 |
| 5.1 | Materiales..... | 30 |
| 5.1.1 | Materiales de Campo..... | 30 |
| 5.1.2 | Insumos | 30 |
| 5.1.3 | Material Biológico | 30 |
| 5.1.4 | Material de gabinete | 30 |
| 5.2 | Métodos | 31 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2.1 | Enfoque metodológico | 31 |
| 5.2.2 | Método descriptivo..... | 31 |
| 5.2.3 | Método analítico | 31 |
| 5.3 | Procedimiento experimental..... | 31 |
| 5.3.1 | Fase de campo I | 31 |
| 5.3.2 | Fase de campo II | 33 |
| 5.3.3 | Fase de gabinete | 34 |
| 5.4 | Diseño Experimental | 35 |
| 5.4.1 | Modelo aditivo lineal (M.A.L.)..... | 35 |
| 5.4.2 | Factores de estudio | 36 |
| 5.4.3 | Interacción de factores..... | 36 |
| 5.4.4 | Dimensión y descripción del área experimental..... | 37 |
| 5.4.5 | Croquis del Experimento..... | 38 |
| 5.4.6 | Variables de Respuesta..... | 38 |
| 6 | RESULTADOS Y DISCUSIONES | 40 |
| 6.1 | Comportamiento Agro-climatológico de la Zona de Estudio | 40 |
| 6.1.1 | Precipitación | 41 |
| 6.1.2 | Temperatura | 42 |
| 6.2 | Variables Agronómicos del cultivo | 43 |
| 6.2.1 | Porcentaje de emergencia | 43 |
| 6.3 | Variables Agronómicos del cultivo | 46 |
| 6.3.1 | Altura de Planta | 46 |
| 6.3.2 | Ancho de hojas | 51 |
| 6.3.3 | Numero de hojas | 55 |
| 6.3.4 | Rendimiento de materia verde..... | 60 |
| 6.3.5 | Rendimiento de materia seca | 67 |

| | | |
|-----------|----------------------------------|-----------|
| 6.4 | Variables económicas | 72 |
| 6.4.1 | Relación Beneficio / Costo | 72 |
| 7 | CONCLUSIONES | 73 |
| 8 | RECOMENDACIONES | 75 |
| 9 | BIBLIOGRAFIA | 76 |
| 10 | ANEXOS | 82 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Principales productores de achicoria a nivel mundial..... | 10 |
| Tabla 2. Características físico-Químicas (Registro LCA A58/17), te de Humus de lombriz Califórnica (<i>Eisenia foetida</i>). | 24 |
| Tabla 3. Interacción del factor A con respecto al factor B | 36 |
| Tabla 4. Dimensiones del área experimental | 37 |
| Tabla 5. Análisis de varianza porcentaje de emergencia de factor A (Especies forrajes) factor B (Niveles de Té de humus) | 43 |
| Tabla 6. Prueba Duncan de la variable porcentaje de emergencia del factor A (especies forrajeras) | 44 |
| Tabla 7. Análisis de varianza de la variable altura de planta (cm) de factor A (Especies forrajes) y factor B (Niveles de Te de humus) | 47 |
| Tabla 8. <i>Prueba Duncan de la variable Altura de planta (cm) del factor A (especies forrajeras)</i> | 48 |
| Tabla 9. Análisis de varianza de la variable ancho de hoja del factor A (Especies forrajes) y factor B (Niveles de Te de humus) | 51 |
| Tabla 10. Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja (cm) del factor A (especies forrajeras)..... | 52 |
| Tabla 11. Prueba Duncan de la variable ancho de hoja de la interacción del factor A con el factor B..... | 55 |
| Tabla 12. Análisis de varianza de la variable número de hoja del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus) | 56 |
| Tabla 13. Prueba de medias Duncan de la variable número de hoja del factor A (especies forrajeras)..... | 57 |
| Tabla 14. Análisis de varianza de la variable Rendimiento de la materia verde (Kg/m ²) del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus) | 61 |

| | |
|--|----|
| Tabla 15. Prueba Duncan de la variable Rendimiento de materia verde (Kg/m ²) del factor A (especies forrajeras)..... | 62 |
| Tabla 16. Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m ²) de la interacción del factor A y el factor B | 66 |
| Tabla 17. Análisis de varianza de la variable Rendimiento de la materia seca del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus) | 67 |
| Tabla 18. Prueba Duncan de la variable Rendimiento de materia seca (Kg/m ²) del factor A (especies forrajeras)..... | 68 |
| Tabla 19. Relación beneficio / costo por tratamientos. | 72 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de producción de achicoria (<i>Cichorium intybus</i>) en el mundo..... | 9 |
| Figura 2. Planta de Achicoria (<i>Cichorium intybus</i> | 11 |
| Figura 3. Ciclo vegetativo de la especie Achicoria (<i>Cichorium intybus</i> | 12 |
| Figura 4. <i>Phytophthora erythroseptica</i> patageno específico de la Achicoria..... | 13 |
| Figura 5. Planta de Llantén (<i>Plantago lanceolata</i> | 15 |
| Figura 6. Hoja de la especie Llantén (<i>Plantago lanceolata</i> | 16 |
| Figura 7. Inflorescencia (espiga) de la especie Llantén (<i>Plantago lanceolata</i> | 16 |
| Figura 8. Mapa de Patacamaya (Provincia Aroma..... | 28 |
| Figura 9. Croquis del estudio | 38 |
| Figura 10. Descripción del comportamiento de la PP (SENAMHI,2022) | 41 |
| Figura 11. Descripción de la temperatura (SENAMHI, 2022) | 42 |
| Figura 12. Porcentaje de emergencia de la interacción del factor A con el factor B | 46 |
| Figura 13. Prueba Duncan de la variable Altura de planta de la especie Achicoria (Cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) | 49 |
| Figura 14. Prueba Duncan de la variable Altura de planta de la especie Llantén (Cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) | 50 |
| Figura 15. Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja de la especie Achicoria (cm) en el factor B (Niveles de té de humus de lombriz) | 53 |
| Figura 16. Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja de la especie Llantén (cm) en el factor B (Niveles de té de humus de lombriz..... | 54 |
| Figura 17. Prueba Duncan de la variable número de hoja del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén (cm) | 58 |
| Figura 19. Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria | 63 |

Figura 20. Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén 64

Figura 21. Prueba de medias Duncan de la variable rendimiento de materia seca (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria 69

Figura 22. Prueba de medias Duncan de la variable rendimiento de materia seca (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén 70

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos del servicio nacional de meteorología e hidrología 2022..... 82

Anexos 2. Memorias de datos de precipitación de 2011-2020 Senamhi 2022 82

Anexo 3. Cuadro detallado de beneficio costo..... 82

Anexo.4. Memoria de cálculos de ANVAS..... 85

Anexo 5. Archivo fotográfico del estudio..... 87

RESUMEN

La deficiencia de forrajes es un problema bastante común para el ganado en el altiplano boliviano, que busca alternativas y se abre a nuevas especies forrajeras fuera de lo conocido para poder cubrir algunas deficiencias en la producción de forrajes, las alternativas que se propuso fue la achicoria y el llantén que tienen algunas características en común como ser: el corto tiempo de producción de forrajes, toleran climas y suelos variados.

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Patacamaya, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, con el objetivo de Evaluar el comportamiento agronómico de dos especies forrajeras Achicoria (*Cichorium intybus*) y Llantén (*Plantago lanceolata*) a diferentes niveles de té de humus de lombriz,

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bi-factorial, que tiene como factor "A": especies forrajeras (achicoria y llantén), factor "B" niveles de té de humus de lombriz, testigo (0%), nivel 1 (20%) y nivel 2 (50%), se planteó siete variables de respuesta las cuales son: porcentaje de emergencia, altura de la planta, ancho de hojas, numero de hojas, rendimiento de materia verde, rendimiento de materia y análisis económico beneficio costo

Los resultados sobresalientes obtenidos del estudio fueron los siguientes: porcentaje de emergencia 79.51 % y 88.77 % resultantes del llantén y la Achicoria respectivamente (no se tomó en cuenta el fertilizante en esta etapa) siendo este último el mayor resultado, Altura de planta con influencia del fertilizante orgánico, los mayores promedios son 32.01 y 28.39 cm que pertenecen a la achicoria y llantén respectivamente ambos al nivel 2 (50%), Ancho de hoja con el efecto del fertilizante las medias son 7.73 cm achicoria y 3.21 cm llantén ambos al 50 % (nivel 2), para la variable número de hojas los resultados obtenidos fueron 9.33 hojas para el llantén y 8.33 hojas para la achicoria en promedio, llevando la delantera la especie llantén en esta variable.

Por otra parte, los resultados más sobresalientes de rendimiento de materia verde y seca muestran al nivel 2 (50%) como la dosis que influye de mejor manera en

los forrajes dando promedios para la achicoria 3.615 Kg/m² y 0.633 Kg/m² en materia verde y materia seca respectivamente, mientras que el llantén presento promedios 2.493 Kg/m² y 0,549 Kg/m² en Materia verde y Ms respectivamente.

El análisis económico muestra al tratamiento N 3 Achicoria al nivel 2 (50%) como el más rentable que obtuvo un beneficio costo (B/C) de 2.64 que indica que por cada bs1 invertido la ganancia será de bs 1,64.

Se concluyó que la especie Achicoria presenta mayores características positivas dentro de las variables estudiadas y se pudo desarrollar de mejor manera en esta parte de la región altiplánica, dato por el cual se recomendaría dicho forraje para una alternativa en la producción de forrajes.

Se identificó de manera cuantitativa al nivel 2 (50%) como la dosis que presento mejores resultados en las diferentes variables estudiadas, que aumento de manera considerable los valores obtenidos, razón por el cual se recomendaría utilizar la dosis de té de humus de lombriz al 50 % de concentración para obtener resultados positivos.

Palabras Claves: Dosis, Fertilizante orgánico, materia seca, materia verde, té de humus.

SUMMARY

Forage deficiency is a fairly common problem for livestock in the Bolivian highlands, which seeks alternatives and opens up to new forage species outside of what is known in order to cover some deficiencies in forage production. The alternative that was proposed was chicory, and the plantain that have some characteristics in common such as: short forage production time, they tolerate varied climates and soils.

The present research was carried out at the Patacamaya Experimental Station, belonging to the Faculty of Agronomy of the Universidad Mayor de San Andrés, with the objective of evaluating the agronomic behavior of two forage species Chicory (*Cichorium intybus*) and Plantain (*Plantago lanceolata*) at different levels of worm castings tea,

A completely randomized block design was carried out with a bi-factorial arrangement, which has as factor "A": forage species (chicory and plantain), factor "B" levels of worm humus tea, control (0%), level 1 (20%) and level 2 (50%), seven response variables were proposed which are: percentage of emergence, plant height, width of leaves, number of leaves, yield of green matter, yield of matter and analysis economic benefit cost

The outstanding results obtained from the study were the following: emergence percentage 79.51% and 88.77% resulting from plantain and Chicory respectively (fertilizer was not taken into account at this stage) with the latter being the highest result, Plant height with influence of organic fertilizer, the highest averages are 32.01 and 28.39 cm, which belong to chicory and plantain, respectively, both at level 2 (50%), Leaf width with the effect of fertilizer, the averages are 7.73 cm, chicory and 3.21 cm, plantain, both at 50%. (level 2), for the variable number of leaves the results obtained were 9.33 leaves for plantain and 8.33 leaves for chicory on average, with the plantain species leading in this variable.

On the other hand, the most outstanding results of green and dry matter yield show level 2 (50%) as the dose that best influences forages, giving averages for chicory 3.615 Kg/m² and 0.633 Kg/m² in green matter and dry matter respectively, while the plantain presented averages of 2,493 Kg/m² and 0.549 Kg/m² in Mv and Ms respectively.

The economic analysis shows treatment 3 Chicory at level 2 (50%) as the most profitable, obtaining a cost benefit (B/C) of 2.64, which indicates that for every bs1 invested the profit will be bs 1.64.

It was concluded that the Chicory species presents greater positive characteristics within the variables studied and could develop better in this part of the highland region, which is why this forage would be recommended as an alternative in forage production.

Level 2 (50%) was quantitatively identified as the dose that presented the best results in the different variables studied, which considerably increased the values obtained, which is why it would be recommended to use the dose of worm humus tea at the same time. 50% concentration to obtain positive results.

Keywords: Dosage, Organic fertilizer, dry matter, green matter, humus tea.

1 INTRODUCCION

Con el aumento demográfico, es necesario buscar nuevas alternativas a la producción agrícola, para poder satisfacer la gran demanda de productos naturales. Dadas las condiciones que anteceden es necesaria la generación de soluciones nutritivas utilizando fertilizantes, abonos orgánicos disponibles y económicos, para lograr beneficios de experiencias como es el caso de la hidroponía con abonos orgánicos líquidos (Cantunta, 2015).

La utilización de forraje constituye un factor muy importante en la alimentación animal como fuente de vitaminas, minerales y fibra principalmente, siendo este requerimiento constante durante todo el año. Su producción demanda la utilización de grandes áreas de cultivo (Cantunta, 2015).

Los forrajes constituyen una parte indispensable en la crianza animal, forman este grupo de vegetales plantas herbáceas, anuales o plurianuales, gramíneas o leguminosas, cuyo aprovechamiento ganadero se puede realizar directamente mediante pastoreo, o derivando la producción mediante la práctica agrícola de la siega. Este forraje fresco puede suministrarse al ganado en verde o conservándolo reduciendo su grado de humedad hasta niveles que permiten su conservación en el tiempo y en el espacio (Infanta, 2014).

La actividad agropecuaria en el altiplano boliviano no cuenta con elementos que promuevan la producción forrajera, sumado a las condiciones de baja tecnología en el proceso de producción agrícola y características edafo-climáticas adversas que limitan el cultivo y el rendimiento de plantas productoras de alimentos básicos, en consecuencia, hay una alimentación deficiente (Apaza, 2008).

La achicoria es una planta herbácea de vida corta, pero se resiembrará fácilmente de forma natural si se le permite madurar, tiene alto potencial para ser asociada con alfalfa, donde la achicoria absorbe y concentra los oligoelementos, por ejemplo, el cobre (importante para el rendimiento animal) es un atributo importante en comparación con la menor captación de la alfalfa. Ambas son plantas con raíz pivotante, de manejo y defoliación similares (Camus Parra, 2005).

EL Llantén forrajero es una especie herbácea apreciada por su alta productividad en el período estival (verano), presencia de compuestos como minerales y propiedades antihelmínticas (Barrios y Ayala, 1992).

Originaria del centro de Asia, distribuido en regiones templadas. Se le considera una especie de rápido establecimiento, tolerante a condiciones de sequía y suelos ácidos, posee baja persistencia y reducción de la producción a través del tiempo (Barrios y Ayala, 1992).

1.1 Antecedentes

El trabajo corresponde a Santinhos (2014) que tuvo como objetivo “la evaluación agronómica de tres especies medicinales *Cichorium intybus* (achicoria), *Plantago lanceolata* (llantén) y *Sanguisorba verrucosa* con potencial uso en pastos”: para lo cual se recolectó 8 muestras de *Cichorium intybus* (y 1 control comercial), 8 muestras de *Plantago lanceolata* (y 1 control comercial) y 8 muestras de *Sanguisorba verrucosa*. Fueron evaluados 9 variables el cual son: porcentaje (%) de cobertura del suelo, porcentaje (%) de cobertura atacada por enfermedades, altura de la planta, uniformidad, estado de desarrollo de la planta al momento del corte, peso verde, peso seco, porcentaje (%) de humedad y floración fecha. Para las semillas de achicoria también se realizaron ensayos de germinación. Los datos fueron analizados utilizando el Prueba ANOVA unidireccional del programa PASW 18 (SPSS inc). Para la separación se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0,05$), en la mayoría de los casos, las variables agronómicas considerados para las tres especies tenían estadísticamente diferencias significativas, lo que es indicativo de la biodiversidad.

Las muestras de *Cichorium intybus* más productivos (como materia seca) fueron Ci14 (3338.3 gr/m^2), Ci15 (3298.7 gr/m^2) y Ci7 (2918.0 gr/m^2); Los rendimientos obtenidos fueron inferiores a los del control comercial probado, en *Plantago lanceolata* las muestras más productivas fueron las más productivas PLa7 (1956.0 gr/m^2), PLa14 (1872.4 gr/m^2) y PLa2 (1671.6 gr/m^2). Para *Sanguisorba verrucosa*, las muestras más productivas fueron SV3 (1615.6 gr/m^2), SV8 (1486.4 gr/m^2) y SV12 (1052.4 gr/m^2) y SV15 (1033.2 gr/m^2).

En conclusión, la especie achicoria tuvo un mayor impacto positivo a comparación de las otras dos especies el cual tuvo valores significativos.

1.2 Planteamiento del Problema

La región altiplánica de Bolivia posee crianza de ganado mayor y menor, que tiene una limitante en la producción de alimento (forraje), ya sea por las condiciones climáticas del lugar, escases de agua y la reducida economía de las familias, en tanto se desea buscar una alternativa para producir un forraje en un tiempo reducido, que se adapte a las condiciones del lugar y que sea accesibles para las familias económicamente.

Para lo cual se probó con dos especies forrajeras (achicoria y llantén), que nos genera una incertidumbre sobre sus capacidades agronómicas en esta parte de la región, que puede ser una alternativa a la hora de producir forraje en poco tiempo que son una de las características que poseen estos forrajes además de tolerar climas y suelos variados.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación Académica*

Con la presente investigación se obtuvo información agronómica de las especies forrajeras (achicoria y llantén) con relación a las condiciones agroclimáticas, características del lugar (E.E. Patacamaya), y como estos reaccionan con el abono orgánico denominado Te' de humus de lombriz, para futuras investigaciones como también implementación de forrajes con dosis recomendadas.

1.3.2 *Justificación Técnica*

Se buscó identificar la especie forrajera que presente mejores características de adaptación a las condiciones de la región, además se buscó obtener una dosis apropiada del abono orgánico Te' de humus de lombriz para el aumento de masa foliar, como también el rendimiento de ambas especies forrajeras, para recomendar de una manera técnica la implementación de estos forrajes de corto tiempo

con la aplicación del abono orgánico con la dosis que presento mejores resultados en el estudio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de dos especies forrajeras Achicoria (*Cichorium intybus*) y Llantén (*Plantago lanceolata*) a diferentes niveles de té de humus de lombriz en la Estación Experimental de Patacamaya

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las variables agronómicas de las especies forrajeras achicoria y llantén de acuerdo a la aplicación de niveles de té de humus de lombriz
- Identificar y recomendar la dosis adecuada de té de humus de lombriz con base a los tratamientos que presenten mejores características en la evaluación agronómica
- Realizar el análisis económico de la implementación de los cultivos forrajeros (achicoria y llantén) tomando en cuenta el fertilizante orgánico té de humus de lombriz

2.3 Hipótesis

Ho: No existe diferencia en la producción de forrajes (achicoria y llantén) con la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico Té' de humus de lombriz.

Ha: Existe diferencia en la producción de forrajes (achicoria y llantén) con la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico de Té de humus de lombriz.

3 REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Cultivo de Achicoria (*Cichorium intybus*)

3.1.1 Origen y Expansión

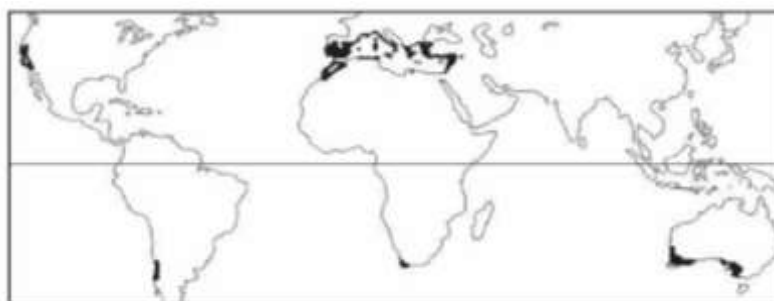
El origen etimológico del término achicoria (*Cichorium intybus* L.) proviene del árabe “Chikouúzich” (Gamito, 2010). Es una planta originaria de la región mediterránea. la achicoria es una cultura que existe desde hace más de 2 mil años (Maier 1987; Januário, 1999) y tiene las más diversas aplicaciones en alimentos y medicinas. Los egipcios, griegos y romanos ya usaban esta planta como bebida, que a través de la infusión de sus hojas se utilizaba como un remedio para el dolor de cabeza, regula los flujos menstruales y también se usa como planta abortiva (Pazola, 1987).

En cuanto a su uso alimentario, el principal consumo es en fresco, siendo sus hojas se utilizan en ensaladas y sopas. Es una planta muy rica en fructanos como la inulina y oligo fructosa, estos polisacáridos de fructosa, cuando se ingieren, pueden ayudar en la síntesis de calcio, previniendo así enfermedades como la osteoporosis (Martins, et al., 2004).

El aprovechamiento de la raíz es el principal factor para su producción industrial, como se conoce y consumido como “café de achicoria” durante más de tres siglos, la producción de achicoria y sus como bebida, durante los siglos XIX y XX pasó por varias fases, desde su uso como sucedáneo total del café para agregarlo posteriormente al café o utilizarlo en mezclas con otros cereales tostados (Pazola, 1987).

Figura 1.

Mapa de producción de achicoria (Cichorium intybus) en el mundo



Fuente: LPN (2014)

3.1.2 Importancia del cultivo de la achicoria a nivel industrial

En 2011, la achicoria (variedad mejorada) se cultivó en un área aproximadamente 1.106.457 hectáreas de gran importancia en Europa, especialmente en la región mediterránea como como ser Holanda o Francia, Bélgica es el país con mayor superficie sembrada con 7.979 hectáreas. Su uso puede ser para el consumo animal en pastos o forrajes, o como sustituto del café (FAO, 2014).

Tabla 1.

Principales productores de achicoria a nivel mundial

| País | Producción (t) | País | Área Cultivada (ha) |
|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| Bélgica | 478,9 | Bélgica | 797 |
| Holanda | 194,7 | África del Sur | 5000 |
| Francia | 100,9 | Holanda | 4667 |
| Polonia | 35 | Francia | 2655 |
| África del Sur | 28,3 | Polonia | 1397 |
| Puerto Rico | 5,9 | Filipinas | 450 |
| Serbia | 4,8 | Puerto Rico | 300 |
| Croacia | 4,2 | Ucrania | 190 |

Fuente: FAO (2014)

3.1.3 Clasificación Taxonómica

Achicoria es el nombre común de la especie *Cichorium intybus* L. perteneciente a la familia Asteraceae más de 20 000 especies que se subdividen en más de 1500 géneros (Mulabagal et al., 2009).

La clasificación de la especie *Cichorium intybus* L. (Achicoria) según el código nomenclatura botánica, es la siguiente:

3.1.3.1 Clasificación Taxonómica de la Achicoria

| | |
|-----------|--------------------------|
| Reino: | <i>Plantae</i> |
| División: | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase: | <i>Magnoliopsida</i> |
| Orden: | <i>Asterales</i> |
| Familia: | <i>Asteraceae</i> |
| Género: | <i>Cichorium</i> |
| Espécie: | <i>Cichorium intybus</i> |

Figura 2.

Planta de Achicoria (Cichorium intybus)



Fuente: Thomé (1885)

3.1.4 Características botánicas

El sistema radicular de la achicoria se caracteriza por tener una raíz pivotante erguida cuyo volumen varía según la variedad. El tallo es erecto, redondo y hueco (fistuloso), cubierto de hojas y puede alcanzar de 30 a 120 cm de altura. Las hojas basales pueden tener entre 7 y 30 cm de largo y de 1 a 12 cm de ancho. Son oblongas y están cubiertas de pelos ásperos en ambas páginas (Franco, 1984). Los márgenes de las hojas basales pueden adoptar diferentes formas, tales como: subenteros, lobulados o partidos (Franco, 1984). Las flores son vistosas, de color azul y agrupadas en capítulos de aproximadamente 3 centímetros de largo de ancho, apoyadas en grupos de uno a

cuatro sobre las ramas superiores. los frutos son agrupados en capítulos de aproximadamente un centímetro de largo (Franco, 1984).

3.1.5 *Ciclo del cultivo*

La achicoria se siembra normalmente en primavera (abril/mayo). La floración se produce en primavera y continúa hasta el otoño. La formación de semillas tiene lugar en el segundo año de existencia cuando ocurren temperaturas más bajas (Van Hee, 1990). Achicoria, siendo una planta viva, se cultiva como planta bianual con fines industriales, con obligatoriedad vernalización a flor (Locascio et al., 2009).

En cuanto a la productividad de esta especie, se encontraron resultados para la achicoria industrial (Novo et al., 2003), con unos 9000 g/m² de biomasa seca con cosecha a los 71 días. En los estudios presentados por Gamito (2010) para achicoria para café (raíces) para la región de Alpiarça, la tasa de germinación en el campo fue alta (70-75%), lo que resultó en una densidad de 160.000 plantas/ha; habiendo obtenido una producción de unas 40 t/ha de raíces frescas.

En pastos de achicoria para ganado en Nueva Zelanda se obtuvieron 13,8 t/ha de materia seca de octubre a marzo, con tasas de crecimiento diarias de 194 kg/ha/día (materiales sequía) a principios de enero (Waugh, 1998). Otros estudios citan rendimientos promedio de 15- 18 t/ha/año de materia seca y crecimiento diario de verano de 150 kg/ha para la variedad Puna en pastos (Lancashire 1978; Matthews et al., 1990 citado por Moloney y Milne, 1993).

Figura 3.

Ciclo vegetativo de la especie Achicoria (Cichorium intybus)



Fuente: Gamito (2010)

3.1.6 **Requerimientos Edafo-climáticos**

La achicoria es una planta viva que tiene una mayor productividad cuando se utiliza como primavera verano. Es una planta de día largo, que por su rusticidad se puede cultivar en zonas con climas adversos ya sean fríos o calientes. Los cambios bruscos de temperatura pueden promover el fructificación temprano (Guldentops, 1994).

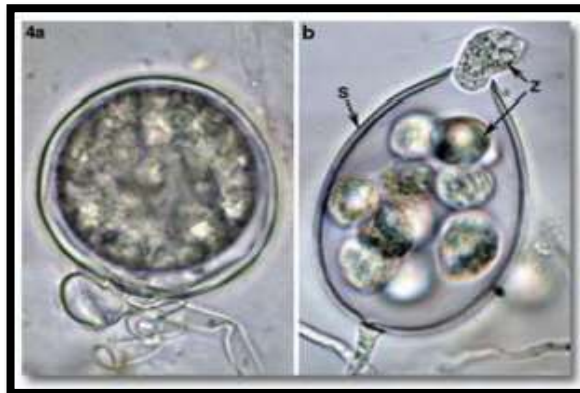
En términos pedológicos, por su rusticidad se adapta fácilmente a cualquier tipo de suelo, en, sin embargo, si se cultiva en suelos ricos o se enriquece artificialmente, puede producir mayor biomasa (Franco, 1984). En relación a la estructura del suelo, éste debe tener una consistencia promedio. El suelo óptimo, según Cardoso (1965), sería un suelo arcillo-silíceo, con mucha caliza y con un pH neutro a ligeramente alcalino.

3.1.7 **Enemigos del Cultivo**

La achicoria es un cultivo muy afectado por plagas (hay una mayor susceptibilidad a variedades frondosas), como en cultivos similares a éste, como la lechuga. Las plagas más comunes son caracoles, babosas, pulgones y orugas (CABC, 2003). En cuanto a las enfermedades, existen algunos patógenos específicos del cultivo de la achicoria como *Phytophthora erythroseptica* (también ataca cultivos como la papa), *Phoma exigua* y *Helicobasidium brebissonii* con respecto a las raíces y *Puccinia cichorii* causa roya en las hojas Además de estas enfermedades, existen otras como *Fusarium sp.* y clorosis foliar (CABC,2003).

Figura 4.

Phytophthora erythroseptica patageno específico de la Achicoria



Fuente: Kirk (2010)

3.2 Cultivo de Llantén (*Plántago lanceolata*)

3.2.1 Origen del Cultivo

Es una hierba, de origen eurasiático, aparece como maleza invasora, se puede presentar en todo terreno modificado, especialmente en lugares húmedos, o próxima a cursos de agua, el tamaño de la planta puede variar según el lugar donde crece ríos, vertientes o parques (Carvajal, 2011). Como también *Plantago lanceolata* L. es originaria de Europa y Asia como también ubicada en lugares como Trópicos, Subtrópicos, Regiones de América (Biazzi, 2010).

La especie *Plantago lanceolata* se conoce comúnmente como lengua de oveja. es una planta viva de la cuenca mediterránea, aunque se distribuye por todo el planeta (Barber et al., 1968). De las aproximadamente 2500 especies de este género, las más cultivadas son *Plantago ovata*, *P. asiatica* y *P. major* (Neall et al., 1996). Dependiendo de la ubicación en cuestión, esta planta Tiene una amplia gama de usos medicinales. Entre los usos más comunes se encuentran el tratamiento de la tos, irritaciones de garganta, alergias, diarrea y propiedades antiinflamatorias (Chowdhury et al.,2002). Aunque tiene numerosos beneficios, se considera una mala hierba en la mayoría de los casos, ya que se puede encontrar en lotes baldíos y bordes de caminos (Fraser et al., 1996).

3.2.2 Taxonomía del cultivo

Plantago es el nombre común de la especie perteneciente a la familia Plantaginácea de la que forman parte más de 2500 especies (Neall et al., 1996). La clasificación de la especie *Plantago lanceolata*. según el código internacional de nomenclatura botánica, es la Siguiente:

3.2.2.1 Clasificación Taxonómica del Llantén

| | |
|-----------|----------------------------|
| Reino | Plantae |
| Sub Reino | Tracheobionta |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Asteridae |
| Orden | Lamiales |
| Familia | Plantaginaceae |
| Género | <i>Plantago</i> |
| Espécie | <i>Plantago lanceolata</i> |

Figura 5.

Planta de Llantén (Plantago lanceolata)



Fuente: Stock (1885)

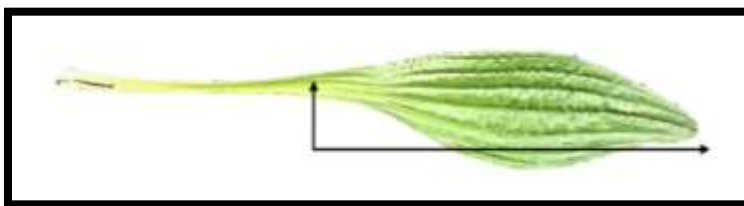
3.2.3 Características Botánicas

Es una planta herbácea vivaz, con escapos florales que pueden llegar a medir 1 metro de altura. Las hojas son lanceoladas u ovaladas, alargadas y dispuestas en forma de roseta basal, teniendo entre 3 y 7 nervios longitudinales que se estrechan y

continúan a lo largo del pecíolo. La inflorescencia terminal es una espiga densa con flores muy pequeñas, con estambres de color blanco amarillento o violáceo. La mazorca es corta durante la floración, que se alarga con el ciclo vegetativo. El fruto es una cápsula que puede contener entre 1 y 2 semillas (Duke, 1985; Franco, 1984).

Figura 6.

Hoja de la especie Llantén (Plantago lanceolata)



Fuente: Stock (1885)

Figura 7.

Inflorescencia (espiga) de la especie Llantén (Plantago lanceolata)



Fuente: Stock (1885)

3.2.4 Ciclo del Cultivo

Plantago lanceolata se puede sembrar en cualquier época del año, sin embargo, cuando se siembra en primavera (abril/mayo) puede alcanzar una mayor producción de biomasa. Alcanza su estado de maduración en otoño (Franco, 1984).

3.2.5 Requerimientos Edafo-climáticos

En cuanto al clima, es bastante rústico y muy adaptable a todo tipo de clima. Tiene mayor resistencia al encharcamiento que otras especies como *Plantago major*. Al

igual que con las condiciones climáticas, *P. lanceolata* se puede encontrar en casi todos los tipos de suelo, a excepción de los suelos salinos. Tiene una mayor producción de biomasa en suelos ricos en materia orgánica (Schmelzer et al., 2008). En cuanto a la productividad, Stewart (1996) obtuvo en sus estudios 7 582 kg/ha en parcelas puras de *P. lanceolata*, refiriéndose que esta especie puede producir hasta 20 000 kg/ha/año bajo ciertas condiciones, rendimientos equivalentes a los pastos y tréboles comunes en muchas praderas.

3.2.6 Enemigos del Cultivo

En cuanto a las plagas más comunes en las plantaciones, conejos, caracoles, babosas y pulgones (Laine, 2003). Las enfermedades más comunes son *Phomopsis subordinaria* que afecta la zona foliar y la nematodo *Meloidogyne incognita* que ataca la zona radicular de las plantas. (Laine, 2003).

3.3 Humus de lombriz

3.3.1 Generalidades

Según Chilón, E. (1997), el humus es una sustancia bastante compleja, compuesta por productos de descomposición avanzada, productos re sintetizadas por los microorganismos y sustancias estrictamente húmicas. Se caracteriza por su baja densidad, relación C/N =10, alta CIC, alta capacidad retentiva de humedad, color oscuro; el humus es la base de la fertilidad del suelo, porque influencia las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Pollock (2003), señala que el humus es una mezcla compleja de componentes que proceden de la descomposición de materia orgánica, estos tienen una crucial influencia en la retención y la liberación de nutrientes, en la formación de una buena estructura del suelo y en su capacidad de retención del agua.

El Humus se obtiene luego de un proceso en que la lombriz recicla a través de su tracto intestinal la materia orgánica, comida y defecada, por otras lombrices (Fernández y Hernández, 2006).

3.3.2 Lombricultura

La lombricultura es una técnica simple, racional y económica que permite aprovechar los desechos orgánicos, mediante la crianza intensiva de lombrices, capaces de transformar estos en humus y en una fuente valiosa de proteína (Acosta y Brand, 1992).

Los mismos mencionan que a través de la lombricultura se pretenden rescatar todos los recursos que se pierden. La palabra basura o deshecho es nada más que sinónimo de desconocimiento, ya que existen tecnologías para aprovecharlos y la lombricultura es una de ellas.

La lombricultura es una biotecnología que utiliza una especie domesticada de lombriz como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz (Segade, 2006).

Según Segade (2006). El humus de lombriz es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a la fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas.

Hay que resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que éste tiene dentro del lecho. Por ejemplo, el 50% del total de los ácidos húmicos que contiene el humus, son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50% restante durante el período de reposo o maduración (Fernández y Hernández, 2006).

3.3.3 Valor de los nutrientes del Humus de Lombriz

IICA (1999) indica que el humus es neutro, próximo a la neutralidad (pH 6,8 - 7,4) con marcado efecto buffer, con una carga de elementos fito-estimulantes (auxinas, giberelinas, cito quininas) y de bacterias útiles a nivel de los pelos radicales de las plantas, y que se hallan ausentes o bien son insuficientes cuando el compostado se efectúa sin lombrices. De esta manera se explica porque el vermi-compostado atempera

el shock del trasplante estimulando y anticipando la germinación y radicación, controla el mal de los almácigos, acelera el crecimiento en general y el desarrollo de la planta, mejorando la producción vegetal.

El humus de lombriz posee una amplia gama de ventajas frente a otros abonos, pudiendo destacarse no solo un aporte de macro elementos (nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio) y de micro elementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro, etc.) sino que estos se hallan balanceados adecuadamente, como se aprecia de los cocientes: C/N, Ca/Mg, Mg/K (Schuldt, 2006).

3.3.4 Ácidos Fúlvicos

Se llaman ácidos fúlvicos “libres” o F1, a los formados por ácidos orgánicos y compuestos fenólicos, estos ácidos fúlvicos están unidos a los ácidos húmicos, pero su estructura es más sencilla; en general se forman en condiciones diferentes a los ácidos húmicos, con pH ácido y mínima participación de síntesis, producto de la acción de microorganismos (Núñez, 2000).

Los ácidos fúlvicos son fracciones húmicas que permanecen en la solución acuosa acidificada, soluble en ácidos y bases. Es pardo–amarillento, de menor peso molecular (900-5.000 Dalton) y posee cerca de 43-52% de carbono (Canelas, 2002).

3.3.5 Ácidos Húmicos

El ácido húmico es soluble en solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro, de alto peso molecular (5.000 – 300.000 Dalton), altamente polimerizado, íntimamente ligado a arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50-62% de carbono (Canelas, 2002).

3.3.6 Huminas

En los suelos la que se determina como humus es una mezcla de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. El predominio de una u otra forma de humus dependerá del pH del suelo, condiciones aeróbicas y anaeróbicas, saturación de bases, contenido de nitrógeno en los residuos orgánicos la relación C/N y la actividad de microorganismos (Núñez, 2000).

Las huminas en el suelo se encuentran en diferentes estadios, como “humina microbiana” que está formada por metabolitos microbianos y compuestos alifáticos que derivan de ellos, la “humina heredada”, próxima a la materia orgánica fresca – constituyentes de las membranas; “humina neo-formada” que es resultado de procesos de inmovilización por los cationes y no es extraíble por los reactivos alcalinos, y finalmente la “humina estabilizada” que resulta de la evolución lenta de los ácidos húmicos, que provoca la polimerización de los núcleos aromáticos y un descenso de su solubilidad ante los reactivos de extracción. Son más difíciles de extraer y de aislar (Labrador, 2001).

Las huminas son la parte no soluble, y por lo tanto no extraíble de las sustancias húmicas. Esta fracción del humus es de mayor peso molecular (más polimerizada). Los ácidos húmicos y fúlvicos ejercen mejoras física, química y biológica en los suelos, que incrementan la productividad y fertilidad (Canelas, 2002).

3.3.7 Lombrices

La lombriz de tierra es un animal omnívoro, es decir que come de todo: animales, vegetales y minerales. Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra y digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición, expulsando los elementos no digeribles y los residuos metabólicos, que son los que forman el humus (Geler, s.f.).

El mismo autor agrega que las lombrices deben ser rusticas, que toleren contenidos elevados de materia orgánica, sean resistentes a tenores bajos de oxígeno y niveles altos de dióxido de carbono, capaz de soportar rangos amplios de pH, temperatura y humedad.

Simultáneamente se requiere un animal confiable, que no muestre preferencia por el suelo (sea epigea, es decir del estrato de la hojarasca), posea un metabolismo elevado (debe ser pequeña a mediana), con gran capacidad de apiñamiento (la cantidad de materia orgánica procesada se relaciona directamente con la cantidad de lombrices por unidad de superficie/ volumen), con una elevada tasa de acoplamiento y fecundidad

que realice un potencial reproductor importante y en condiciones de manejo no siempre situadas en el óptimo para la especie (Schuldt, 2004).

En muchos países del mundo se ha experimentado el empleo de la lombriz roja en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho. Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (Sánchez, 2003).

La lombriz roja californiana transforma desechos orgánicos, sobre todo estiércol animal, desechos de cocina, rastrojos, etc., en humus, que una vez estabilizado resulta en un abono de gran calidad (Choque, 2008).

Para comer, la lombriz chupa la comida a través de su boca. Cuando aquella llega al esófago, unas glándulas especiales se encargan de segregar carbonato cálcico, cuya finalidad es neutralizar los ácidos presentes en la comida ingerida (Sánchez, 2003).

Bollo (2001), indica que con respecto a las lombrices son tres especies han podido llegar a ciertos grados domesticación estas son:

- **Eisenia foetida**, es la más común la que en mejor forma ha respondido a todas las aplicaciones para la cual se la ha utilizado y es por eso que en el 80 % de los criaderos del mundo se encuentran presentes.
- **Eudrilus eugenia**, originaria de África, es muy parecida a Eisenia foetida, pero su grado de domesticación no ha llegado al mismo nivel, lo cual dificulta su manejo por la tendencia que tiene a fugarse.
- **Lumbricus robelus**, especie de origen europeo, es más lenta en su reproducción y a pesar de ser una lombriz de tierra se la cultiva para carnada de pesca por su tamaño.

3.3.7.1 Fuente de alimento

La alimentación de las lombrices es de materia orgánica en descomposición. Las lombrices requieren que el sustrato se encuentre en forma pastosa, que les permita succionar las porciones a digerir. Además, ellas se alimentan de materiales en descomposición y no de materiales frescos. Por esto es necesario dejar que el desecho

orgánico se descomponga 3 a 4 días antes de que pueda ser ingerido por la lombriz (Soto, 2003).

Cuando se habla de alimento para lombrices, necesariamente hay que hablar de compostaje. En un programa de lombricultura se debe tener claro que el desarrollo de las mismas requiere atender dos etapas en el tratamiento de la materia orgánica: una de compostaje natural, sin intervención de lombrices y otra; de vermicompostaje, que se inicia tras introducir lombrices en la materia orgánica compostada naturalmente (Schuldt, 2004).

Acosta y Brand (1992), denominan “materias primas” a los materiales que se emplean para elaborar las pilas que van a servir de alimento a la lombriz y hacen una clasificación más genérica: de origen vegetal y origen animal.

3.3.7.2 Origen vegetal

En este caso se emplean las cáscaras de frutas y verduras, hojas, tallos de plantas arvenses, bagazo de caña, pencas y cáscaras de guineo, ramas y hojas de toda clase, aserrín y virutas, broza de café y otros granos, camas de establos, tusa, caña de maíz (Acosta y Brand, 1992).

3.3.7.3 Origen animal

Generalmente se conocen como estiércoles. Se usan estiércoles de toda clase de animales, orines, huesos pulverizados, plumas de aves etc. Aquí no se incluye la gallinaza por ser un recurso que tiene mucho valor comercial y porque además en el lecho produce gas metano que es letal para la lombriz. El estiércol está constituido por las deyecciones de los animales mezclados o no con las sustancias que les sirven de lecho o cama (Acosta y Brand, 1992).

3.3.8 Humus de lombriz

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico que se produce por las transformaciones químicas de los residuos cuando son digeridos por las lombrices de tierra es altamente ecológico, ya que se produce de manera natural y contribuye a la reutilización de los restos orgánicos (Alarcón, 2009).

El humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo, a lo que se denomina comúnmente como “Humus líquido” (Delos, 2012).

3.3.8.1 Composición del humus de lombriz

El abono por las lombrices no tiene restricciones para su uso y contribuyente a lograr resultados positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Es un material natural que no es tóxico para los humanos, los animales, las plantas o el ambiente a diferencia de los fertilizantes químicos, este puede ser utilizado puro, sin riesgo de afectar a las plantas, además de mejorar la producción de ellas, también conserva e incrementa la fertilidad de los suelos, mejora su estructura, retiene de manera óptima el agua, reduce la contaminación y tiene sustancias activas que favorecen las condiciones del suelo y de las plantas que crecen sobre él (Capistrán et al., 2004).

La composición y calidad del humus de lombriz está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad (Capistrán et al., 2004).

Sin embargo, se puede mencionar que esta contiene altas tasas de microorganismos como bacterias, actinomicetos, y hongos. También contiene niveles medios de fitohormonas como citoquininas, giberelinas y auxinas. Así mismo se ha consignado que tiene un alto nivel de actividad enzimática de los grupos deshidrogenasa, fosfatasa y ureasa (Capistrán et al., 2004).

Es sobresaliente su contenido de materia orgánica (55-70%), humina, ácido húmico y ácidos fulvicos su pH generalmente oscila entre 6.7 y 7.2, contiene la mayoría de los nutrientes esenciales requeridos por las plantas (macro y micronutrientes), (Capistrán et al., 2004).

Tabla 2.

Características físico-Químicas (Registro LCA A58/17), te de Humus de lombriz Califórnica (Eisenia foetida).

| Parámetro | Unidad | Límite de Determinación | TDHL 58-3 |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| Alcalinidad Total | mg Ca CO ₃ /l | 5,0 | 200,0 |
| Acidez | mg Ca CO ₃ /l | 2,0 | 2,0 |
| Conductividad Eléctrica | Us/cm | 1,0 | 1208,0 |
| Fosforo Total | MgP- PO ₄ /l | 0,0 | 27,0 |
| Nitrógeno Total | mg/l | 0,3 | 140,0 |
| Ph | | | 8,0 |
| Potasio | mg/l | 0,2 | 283,0 |

Fuente (Elaboración propia con base en Registro LCA A58/17 Universidad Mayor de San Andrés . Facultad de Ciencias Puras y Naturales Instituto de Ecología Laboratorio de Calidad Ambiental 2016).

3.3.8.2 Características del humus de lombriz

Villalba (s.f.), hace una comparación entre el humus de lombriz y otros abonos orgánicos en el cual resalta las siguientes características.

Es muy concentrado (1 tonelada de humus de lombriz equivale a 10 toneladas de estiércol).

- No se pierde el nitrógeno por la descomposición.
- Tiene un alto contenido de microorganismos y enzimas que ayudan en la desintegración de materia orgánica (la carga bacteriana es un billón por gramo).
- Tiene un alto contenido de auxinas y hormonas vegetales que influyen de manera positiva en el crecimiento de las plantas.
- Tiene un pH 7,5.

La materia prima de alimento de las lombrices puede ser cualquier tipo de residuos o desecho orgánico, también se utiliza el arte orgánica de la basura. Entre otros se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- pH neutro, en un rango entre 6,8 a 7,2.
- Contenidos de materia orgánica superiores a 28%.
- Nivel de nitrógeno superior a 1,5%.
- Relación C/N en un rango entre 9 y 13.
- Contenidos de cenizas no superiores a 30 %

Las características más importantes del humus de lombriz son:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.
- Alta carga microbiana (40 mil, millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bio- orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química de humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que nos permite colocar una semilla directa en el sin ningún riesgo.

3.3.8.3 Propiedades del humus de lombriz

Villalba (2004). En cuanto a las propiedades del humus de lombriz se puede clasificar en:

3.3.8.3.1 Propiedades químicas

- a. Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre, fundamentalmente nitrógeno.
- b. Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- c. Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder tampón activa los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- d. Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas (Villalba, 2004).

3.3.8.3.2 Propiedades físicas

- a. Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados, compactos y ligeros de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente, mejora su porosidad.
- b. Mejora la permeabilidad y ventilación.
- c. Reduce la erosión del suelo. Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- d. Confiere un calor oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- e. Favorece un buen desarrollo de las raíces de las plantas (Villalba, 2004).

3.3.8.3.3 Propiedades biológicas

- a. Fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- b. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- c. El lombricompost contiene altas poblaciones de microorganismos que colaboran en los procesos de formación del suelo, solubilizan nutrientes para ponerlos a disposición de las plantas y previenen el desarrollo de altas poblaciones de otros microorganismos causantes de enfermedades en las plantas (Villalba, 2004).

3.3.8.3.4 Propiedades nutricionales

Es importante tener presente que el lombricompost contiene, además de los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, pequeñas cantidades de micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre. Significa que el lombricompost proporciona una dieta completa a las plantas (Villalba, 2004).

3.3.9 *Té de humus de lombriz*

El humus de lombriz sólido puede ser tratado con agua y obtener soluciones acuosas que contienen la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el mismo, a lo que se denomina comúnmente como “humus líquido” (Delos, 2012).

3.3.9.1 Elaboración del té de humus de lombriz

Méndez (2012), elaboro el té de humus de lombriz a partir de una extracción de los materiales solubles del humus de la manera siguiente: se utilizó una relación de 200 litros de agua 50 kg de humus el cual se escaló y se preparó la cantidad necesaria para la aplicación en el campo experimental: la suspensión se dejó reposar 3 días agitando hasta que se apreciara el movimiento de todo el material solido en periodos de cada 2 a 3 horas durante el primer día.

El té de humus se obtuvo introduciendo el mismo volumen de humus solido (20 litros) en un saco de yute, este se saturo con agua, luego se introdujo en un recipiente que contenía la misma cantidad de líquido que de solido durante 48 horas y posteriormente se retiró el saco, quedando el humus líquido en el recipiente (Delos, 2012).

3.3.9.2 Dosis de aplicación

Estudio ya realizado por, Méndez (2012), sugiere para una superficie de 1.120 m² se ocuparon 2 litros de té, por lo que su rendimiento por hectárea es 17,85 litros cantidad que se aplicó en cada uno de los tratamientos.

3.3.9.3 Acción del té de humus como abono foliar

Escariata (2013) indica que los nutrientes se absorben directamente a través de las hojas de las plantas ellos se abren camino por las raíces, pero también estimulan la actividad en las hojas, que a su vez estimula el desarrollo de raíces ya que la planta comienza a exigir más agua.

4 LOCALIZACIÓN

Figura 8.

Mapa de Patacamaya (Provincia Aroma)



Fuente: Yana 2021

4.1 Ubicación Geográfica

El Municipio Patacamaya es la Quinta Sección de la Provincia Aroma del departamento de La Paz, se sitúa a una distancia de 101 kilómetros de la sede de gobierno, por la carretera interdepartamental La Paz – Oruro al sudeste de la capital del Departamento de La Paz, el cantón de Patacamaya se encuentra a una altitud que oscila de 3785 a 3899 m.s.n.m., geográficamente está situado entre las coordenadas: 17° 05' - 17° 20' de latitud sur, 67° 45' - 68° 07' de longitud oeste se encuentra ubicada al centro de la provincia Aroma, de acuerdo a las Cartas del Instituto Geográfico Militar (PDM Municipio de Patacamaya, 2012-2016).

4.1.1 Topografía

En Patacamaya se puede distinguir una topografía variada, con colinas onduladas, llanuras y serranías de pendientes suaves y fuertemente escarpadas que oscilan entre 2% y 30% en dirección Noreste y Noroeste. Hacia el sur predomina la planicie que abarca un 45% de la superficie total, los restantes 55% se encuentran al norte de la carretera La Paz Oruro donde se presentan las ondulaciones y serranías. La Estación Experimental se encuentra ubicada al sur del municipio de Patacamaya. (PDM Municipio de Patacamaya, 2012- 2016)

4.2 Características Ecológicas

4.2.1 Clima

La región se caracteriza por presentar dos tipos de épocas, la época seca que comprende los meses abril a septiembre, y la época húmeda que comprende los meses octubre a marzo. El cambio regular entre la época seca (invierno) y la época de lluvias (verano) tiene como principal factor el fuerte calentamiento terrestre (PDM Municipio de Patacamaya, 2012- 2016).

4.2.2 Temperatura

Según los datos de la estación meteorológica de Patacamaya, el Municipio presenta una temperatura máxima de 21,2 °C y una mínima de – 5,2 °C, con una temperatura promedio de 9,7 °C (SENAMHI, 2013).

4.2.3 Precipitación pluvial

Las precipitaciones se presentan de septiembre a marzo, con mayor intensidad en enero alcanzando los 102,2 mm la menor intensidad se registra de mayo a Agosto (PDM Municipio de Patacamaya, 2012- 2016).

4.2.4 Heladas

La presencia de este fenómeno natural climático, ocasiona grandes efectos negativos en los diferentes cultivos del altiplano, en la cuenca del altiplano la ocurrencia de estas es muy frecuente, llegando a alcanzar 120 días de heladas al año (ZONISIG, 1998).

Son pocas las estaciones que registran meses libres de heladas, en Patacamaya y Calamarca tienen de 4 a 5 meses libres. La ocurrencia de heladas coincide con el inicio de la época de crecimiento de las plantas, por lo que genera reducción en los rendimientos de los cultivos del lugar (PTDI, 2016- 2020).

5 MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 *Materiales de Campo*

- Picota
- Estacas
- Letreros
- Cinta de agua
- Marbetes
- Planillas de registro
- Cuaderno de campo
- Regla métrica
- Wincha de 50 metros
- Romana digital

5.1.2 *Insumos*

- Te de humus de lombriz

5.1.3 *Material Biológico*

- Semilla de Achicoria
- Semilla de Llantén

5.1.4 *Material de gabinete*

- Laptop
- Cuaderno
- Bolígrafos
- Impresora

5.2 Métodos

Los métodos utilizados en el estudio fueron; descriptivo, analítico y comparativo, los que sirvieron para recoger, organizar y analizar los resultados de las observaciones, en las que se aplicaron diferentes técnicas que se muestran a continuación.

5.2.1 Enfoque metodológico

El presente trabajo tuvo como enfoque una investigación cuantitativa con una modalidad netamente experimental.

5.2.2 Método descriptivo

El método descriptivo se utilizó para determinar, promedios y otros cálculos estadísticos. A menudo el mejor enfoque que se tuvo a la hora de realizar la investigación descriptiva, se llevó a cabo un análisis de la investigación del cultivo.

5.2.3 Método analítico

El método analítico, consistió en la disgregación de los niveles de datos como te' de humus de lombriz, descomponiendo en tratamientos, para observar las causas, la naturaleza y los efectos que mostraban.

5.3 Procedimiento experimental

Para cumplir con los objetivos del estudio el experimento se dividió en dos partes: Fase de campo I y Fase de campo II (aplicación del fertilizante orgánico)

5.3.1 Fase de campo I

5.3.1.1 Selección del área de estudio

Se hizo la selección del lugar de estudio que se encuentra a unos metros del área de cuyes de la Estación Experimental Patacamaya, ya que cuenta con buenas características con respecto al suelo y humedad, por lo que cuenta con un área de aproximadamente 253 m².

5.3.1.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en el área de cultivos andinos y anuales de la Estación Experimental Patacamaya un mes antes de la siembra de los forrajes, el roturado del suelo se hizo mediante la tracción mecánica, posteriormente se realizó el mullido, nivelado y la limpieza del rastrojo en forma manual con la ayuda de un rastrillo, picotas, palas, etc.

5.3.1.3 Abonamiento del terreno

Se realizó el abonado de la parcela con Bocashi (abono orgánico), producido en la misma Estación Experimental, el cual se introdujo aproximadamente 10 yutes, conteniendo así cada yute 50 kg aproximadamente, se implementó uniformemente por toda la parcela, de forma manual utilizando palas y rastrillos para la incorporación al suelo.

5.3.1.4 Siembra del cultivo

La siembra se realizó en el mes de diciembre (2021), en época de lluvia, ya que se cuenta con un sistema de riego limitado en la Estación Experimental Patacamaya. La siembra se realizó de manera manual con la ayuda de una picota para abrir los surcos (0,20 m entre surco), se utilizó la técnica “al voleo” depositando surco por surco. Con la ayuda de la picota se realizó la división de tratamientos para una mejor siembra de acuerdo a lo planificado. La incorporación del abono orgánico se realizó durante la siembra, no se vio la necesidad de determinar una dosis de abono ya que los objetivos de la investigación tienen otro fin.

Se realizó la siembra de dos especies forrajeras:

- Achicoria (*Cichorium intybus*)
- Llantén (*Plantago lanceolata*)

5.3.1.5 Labores culturales

En todo el proceso fenológico de los forrajes se realizó 4 deshierbes, aproximadamente cada tres semanas, ya que el forraje lo requería de acuerdo al crecimiento de los cultivos y la agresividad de las malezas, se procedió al deshierbe del

cultivo manualmente con la ayuda de una chuntilla y un minucioso deshierbe entre plantas que se procedió manualmente. Por ser un cultivo en proceso de adaptación en la zona no se realizó ningún tipo de riego suplementario (fertirriego), debido a que se requiere primeramente datos a medios naturales, además porque no se encuentra dentro del objetivo del estudio.

5.3.1.6 Controles fitosanitarios

Por tratarse de un cultivo reciente en la zona no se presentó plagas y enfermedades de consideración para aplicar algunos tratamientos químicos, durante el desarrollo del cultivo se tuvo un monitoreo constante para identificar las plagas comunes como ser escarabajos en fase larval y enfermedades causados por la helada como quemaduras en algunas hojas en su última fase antes de la cosecha, con un daño insignificante, no causando problemas al estudio.

5.3.1.7 Cosecha de los forrajes

La cosecha de los forrajes se realizó en la segunda semana de abril, antes de la floración del cultivo, ya que su uso y/o propósito es el forraje, por tanto, se prioriza las hojas como fuente primaria y como estaba planificado antes del inicio de las heladas, ya que este fenómeno natural arrasaría con los forrajes causándoles daños irreversibles, además cumpliendo así con el cronograma propuesto,

Se realizó la cosecha de la parte foliar de forma manual utilizando así la herramienta oz, se hizo el cortado dejando 3 cm para que este pueda crecer nuevamente y así continuar con el ciclo del cultivo. Una vez cortado las plantas de cada tratamiento se almaceno en sobre de papel para sus posteriores cálculos de masa (peso), en materia verde y materia seca.

5.3.2 Fase de campo II

5.3.2.1 Aplicación del Té de humos

La aplicación del fertilizante orgánico Te de humus, producido en la Estación Experimental Patacamaya, se realizó de forma manual, localizada (en cada planta) y con la ayuda de la mochila fumigadora. La aplicación se realizó semanalmente en horarios

de madrugada y/o a partir de las 5 pm, por temor a la rápida evaporación del fertilizante líquido, aplicando así en días no lluviosos y con menor viento.

5.3.2.2 Dosis de aplicación

Por recomendaciones de técnicos de la Estación Experimental de Patacamaya con alta experiencia en el tema de fertilizantes orgánicos la dosis a aplicar fue:

- **Dosis 1:** 20 % te de humus y 80% agua
- **Dosis 2:** 50% te de humus y 50% agua

5.3.2.3 Preparación de las dosis a aplicar

Para la preparación se procedió con los siguientes pasos:

- Primeramente, se realizó la calibración de la mochila fumigadora el cual se tomó como área base 10m²
- Posteriormente se aplicó en los 10 m² solo agua para calcular cuánta agua se gastará en la superficie dicha.
- Después se calculó por regla de tres el agua para el área del cultivo (para cada tratamiento)
- Una vez teniendo el agua para el área de cada tratamiento se calculó por regla de tres los diferentes niveles de té de humus de lombriz.
- Finalmente se aplicó la solución de té de humus a cada tratamiento.

5.3.3 Fase de gabinete

5.3.3.1 Toma de datos

Se realizó en total 8 tomas de datos en todo el estudio, el cual se instaló al inicio cuadrantes de 0.30 m² en cada tratamiento, en el cual se hizo la toma de datos de 5 plantas representativas de cada cuadrante.

5.3.3.2 Tabulación de datos

Se realizó la tabulación de datos de cada variable estudiado, el cual se utilizó como herramienta principal el programa Excel donde se tabulo todos los datos de cada variable a estudiar.

5.4 Diseño Experimental

Según Calzada, (1970), por las características del área de investigación, tipo de suelo, pendiente y humedad del suelo, se empleó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo bi-factorial, utilizándose en el presente estudio con 6 tratamientos distribuidos al azar en cada bloque con tres repeticiones.

El cual se tiene como gradiente de Bloqueo la fertilidad del suelo ya que ambos extremos de la parcela tienen distinta biodiversidad, además de que, antes de realizar el estudio se había realizado el abonamiento en dicho lugar el cual no se pudo verificar si en toda el área de estudio tuvo un abonamiento uniforme.

5.4.1 Modelo aditivo lineal (M.A.L.)

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + BLO_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = Media General

A_i = Efecto del i-esimo nivel Del factor A. Forrajes

B_j = Efecto Del J-esimo nivel Del factor B. Niveles de Te de humus

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción A*B

BLO_k = Efecto del Bloque

ϵ_{ijk} = Error de la parcela

5.4.2 Factores de estudio

Factor A: Especies de forraje

A1= Achicoria (*Cichirium intybus*)

A2= Llantén (*Plantago lanceolata*)

Factor B: Nivel te de Humus de lombriz.

No = 0% te de humus de lombriz (testigo)

N1= 20% te de humus de lombriz

N2= 50% te de humus de lombriz

5.4.3 Interacción de factores

En base a los factores planteados se formuló los tratamientos por simple combinación de cada una de ellos.

Tabla 3.

Interacción del factor A con respecto al factor B

| Factor (A) Especie forrajera | Factor (B) Nivel te de humus de lombriz | Combinación de Factores | Tratamientos |
|---|--|--------------------------------|---------------------|
| Achicoria | Nivel cero (testigo) | A*No | T1 |
| Achicoria | Nivel uno | A*N1 | T2 |
| Achicoria | Nivel dos | A*N2 | T3 |
| Llantén | Nivel cero (testigo) | LI*No | T4 |
| Llantén | Nivel uno | LI*N1 | T5 |
| Llantén | Nivel dos | LI*N2 | T6 |

Fuente: El autor

5.4.4 Dimensión y descripción del área experimental

Una vez preparada el terreno para la siembra de los cultivos forrajeros se procedió con la delimitación de las unidades experimentales (UE) con la ayuda de una cinta métrica, cordel y las estacas.

Las dimensiones del área experimental será la siguiente:

Tabla 4.

Dimensiones del área experimental

| | |
|---|----------------------------|
| No. de tratamientos | 6 |
| Numero de repeticiones | 3 |
| No. de unidades experimentales | 18 |
| Largo de la unidad experimental | 4 m |
| Ancho de unidad experimental | 3.5 m |
| Área por unidad experimental | 14 m² |
| Área del cuadrante en cada tratamiento | 0.09 m² |
| Número de plantas a evaluar en cada cuadrante | 5 plantas |
| Largo del área experimental | 24m |
| Ancho del área experimental | 10.9m |
| Total del área experimental | 261.6 m² |

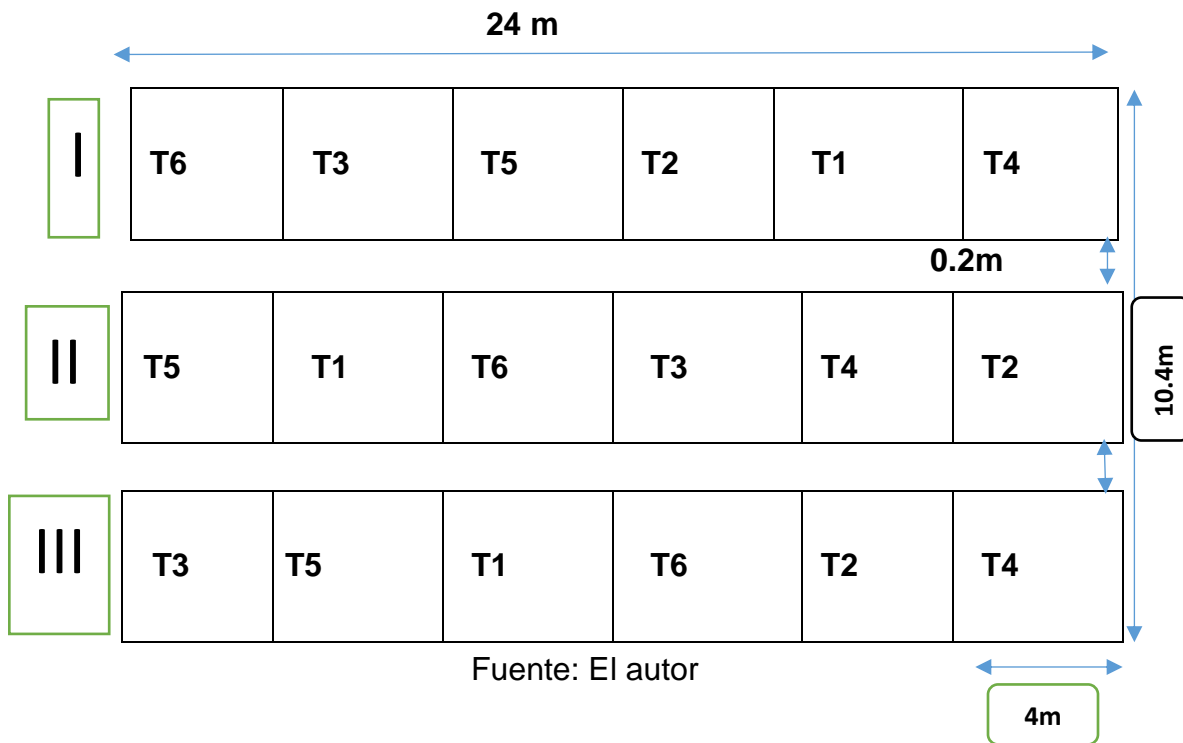
Fuente: El autor

5.4.5 Croquis del Experimento

El croquis se realizó de acuerdo al sistema de siembra y al diseño experimental que se utilizó en el presente estudio el cual se muestra a continuación en la figura 9.

Figura 9.

Croquis del estudio



5.4.6 Variables de Respuesta

Para realizar la toma de muestra de las variables agronómicas se tomó como muestra cinco plantas por cada unidad experimental dentro del cuadrante que se instaló al inicio del estudio. Con fin de evaluar adecuadamente el presente estudio se estableció las siguientes variables de respuesta entre fenológicas, agronómicas y productivos.

5.4.6.1 Variable Fenológica de los forrajes

5.4.6.1.1 Porcentaje de emergencia

Para calcular el porcentaje de germinación de los forrajes, se introdujo en cada unidad experimental un recuadro hecho de madera, puesta de manera aleatoria dentro de la unidad experimental, el cual nos permitió controlar de manera más eficaz el número de plantas emergidas, de manera que se utilizó el mismo suelo y condiciones

agroclimáticas del estudio para descartar posibles varianzas en el experimento, se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que aproximadamente más del 50 % de las plántulas emergieron a la superficie, una vez que empezaron a emerger las plantas, se contó el número total de semillas emergidas dentro del cuadro, el cual representa a toda la unidad experimental, donde se procedió a convertir en porcentajes de la siguiente manera:

$$\% \text{ de Emergencia} = \left(\frac{\text{Nro.de semillas emergidas}}{\text{Nro.total de semillas sembradas}} \right) * 100\%$$

Fuente: Ochoa (2003)

5.4.6.2 Variables Agronómicas del cultivo

5.4.6.2.1 Altura de Planta

Se registró la altura de las plantas en centímetros en cada toma de datos que se realizó cada 15 días aproximadamente, desde la emergencia de las plántulas hasta cosecha en las plantas seleccionadas en cada tratamiento, se efectuó midiendo desde la base de la planta hasta punta de la hoja más grande.

5.4.6.2.2 Ancho de hojas

Se llevó a cabo el registro en centímetros, donde se realizó midiendo el ancho de la hoja más representativa (hoja más grande) utilizando una regla o cinta métrica en las plantas seleccionadas en cada tratamiento.

5.4.6.2.3 Numero de hojas

Se realizó el registro de número de hoja de ambas especies forrajeras, donde se hizo el conteo de manera manual en las plantas seleccionadas en cada tratamiento del estudio.

5.4.6.2.4 Rendimiento de materia verde

Esta variable se llevó a cabo en la última etapa del estudio en campo, donde se realizó la cosecha de cada cuadrante establecido en todos los tratamientos del estudio el cual tiene un área de 0.30 m², una vez terminado el cortado se introdujo en sobre manila para su posterior calculo y registro en peso en materia verde.

5.4.6.2.5 Rendimiento de materia seca

Para determinar el rendimiento de materia seca se procedió al secado de las muestras de materia verde que se hizo en la cosecha, el cual se llevó a la mufla que después de 48 horas se determinó el peso de cada muestra para su registro en peso de materia seca.

5.4.6.3 Variables económicas

5.4.6.3.1 Relación Beneficio / Costo

Se determinó mediante el coeficiente del beneficio económico, obtenido en cada tratamiento entre el costo del mismo tratamiento, participan los siguientes componentes: Ingreso Bruto (IB), Rendimiento (R), Precio (P), Ingreso Neto (IN) y costo de producción (CP), tal como recomienda Perrin (1988).

5.4.7 Análisis Estadístico

Para determinar el análisis de varianza de cada variable estudiada se utilizó el programa estadístico Infostat con versión 2020I con nivel de significancia al 5% (0.05), donde además se efectuó las pruebas de medias Duncan cuando estos presentaban diferencias significativas, los gráficos y tablas fueron realizados con el programa Excel 2016.

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se presenta los resultados de las variables de respuesta estudiadas en la investigación a fin de conocer el comportamiento agronómico y el efecto del abono orgánico (Te de humus) en las dos especies estudiadas en la presente investigación.

6.1 Comportamiento Agro-climatológico de la Zona de Estudio

El comportamiento de las condiciones climáticas en el municipio de Patacamaya (Estación Experimental Patacamaya) durante el ciclo agrícola 2021-2022 fueron las siguientes, según la estación meteorológica Ayo Ayo que se encuentra entre las coordenadas geográficas Latitud: -17.093767 longitud: -68.007499 y a una altitud de 3888.0 m.s.n.m, departamento de La Paz, provincia Aroma, todos los datos son recabadas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi, 2022)

6.1.1 Precipitación

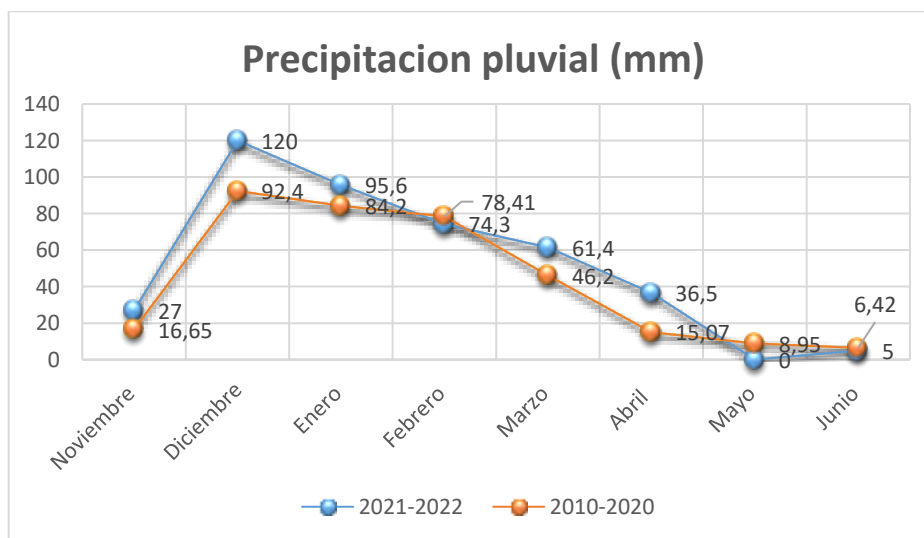
La precipitación pluvial registrada en la zona durante el periodo de investigación de diciembre a abril, fue de 355.41 mm, el cual se tuvo un año con mayor precipitación especialmente en los meses de diciembre y enero que cuentan con las precipitaciones más altas 120 mm, 95.6 mm respectivamente, con relación a los demás meses, el cual fue fundamental en etapa del germinación y crecimiento de los forrajes porque no hubo déficit de agua y se pudo desarrollar normalmente.

Con respecto a los antecedentes de precipitación el cual se recabo del año 2010 al 2020 (10 años), se puede observar que el promedio de cada mes presenta resultados menores en su mayoría con respecto al año de estudio (2021-2022) el cual es bastante normal ya que existen años con bastantes precipitaciones como también años con escasa precipitación.

Tomando la referencia anterior se determina que en el año de estudio (2021-2022) se obtuvo precipitaciones por encima del promedio, el cual es determinante ya que nos señala que no hubo déficit de agua y que los forrajes se desarrollaron sin ninguna alteración del medio como se observar en la figura 10.

Figura 10.

Descripción del comportamiento de la PP (SENAMHI,2022).



Fuente: El autor.

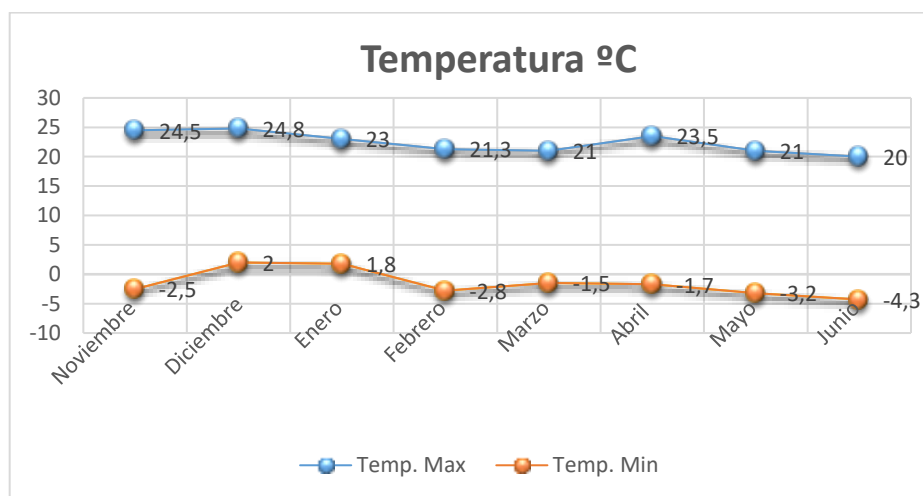
El Manual de forrajes (2009) nos indica que en teoría un índice pluviométrico de 500 a 600 mm anuales se estima suficiente para obtener rendimientos agrícolas satisfactorios en los forrajes de pastura, sin embargo, los forrajes no aprovechan totalmente la lluvia ya que una pequeña parte se pierde por escurrimiento o por la evaporación, por lo tanto, se puede decir que la precipitación pluvial fue la adecuada para los forrajes ya que realizando la suma correspondiente de todos los meses del año se llega a casi los 500mm/año que es lo mínimo de precipitación para un crecimiento optimo , sin tomar en cuenta que la zona del altiplano muchas veces carece de precipitación y de riego .

6.1.2 Temperatura

Durante la realización del presente estudio, se presentaron temperaturas variadas desde la siembra hasta la cosecha, donde se observa que la temperatura máxima llegó en el mes diciembre con 24.8 °C (siembra), esta temperatura ayudó de gran manera a la germinación y emergencia de los forrajes, siendo así la etapa más vulnerable de las plantas, por otra parte la temperatura más minina llegó en el mes de Junio con -4.3°C, lo cual no afectó el desarrollo de los forrajes , ya que el estudio se realizó hasta el mes de abril el cual culminó con la cosecha de ambas especies forrajeras como se observa en la figura 11.

Figura 11.

Descripción de la temperatura (SENAMHI, 2022).



Fuente: El autor

Cabe mencionar que estos tipos de forrajes pueden soportar o tolerar temperaturas bajo cero ya que en estas regiones es común tener temperaturas de esa magnitud, según Goites (2008) La achicoria es muy rústica, resiste bajas temperaturas, prospera en climas húmedos, subhúmedos y para la producción de hojas se adapta a distintos tipos de suelo, mientras que para producir raíces se deben evitar los suelos compactos o abonados recientemente, ya que pueden deformar las raíces. Por otra parte, Méndez (2012) Indica que el Llantén forrajero crece a plena luz, aunque soporta sombra, puede resistir bajas temperaturas como también a suelos moderadamente secos a húmedos.

6.2 Variables Agronómicas del cultivo

6.2.1 Porcentaje de emergencia

Para poder determinar el porcentaje de emergencia se tuvo que esperar a que la semilla terminara de germinar y brotara, para posterior realizar el muestreo, la toma de datos, tabulación de datos y con los datos tabulados se realizó el análisis de varianza utilizando el programa infostat, cabe recalcar que en esta fase del estudio no tiene influencia del factor B (niveles de té de humus de lombriz), el cual se presenta a continuación en la tabla 5.

Tabla 5.

Análisis de varianza porcentaje de emergencia de factor A (Especies forrajes) factor B (Niveles de Té de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | p-Valor | Significancia |
|-------------------|--------|----|--------|-------|---------|---------------|
| Especies (A) | 385,49 | 1 | 385,49 | 36,86 | 0,0001 | * |
| Niveles (B) | 9,94 | 2 | 4,97 | 0,48 | 0,6352 | NS |
| Interacción (A*B) | 29,74 | 2 | 14,87 | 1,42 | 0,2861 | Ns |
| Bloques | 15,25 | 2 | 7,63 | 0,73 | 0,5062 | Ns |
| Error | 104,58 | 10 | 10,46 | | | |
| Total | 545 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL (Grados de libertad); CM (Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

Tabla 5 Indica mediante el análisis de varianza, que existe significancia del factor A (especies forrajes) con P-valor de 0.0001, mientras que el factor B (niveles de dosis) y en la interacción de ambos factores (factor A y factor B) no existe significancia con p-valor de 0.6352 y 0.2861 respectivamente, por otra parte, el análisis de varianza registró que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual indica que el terreno tiene comportamiento homogéneo con respecto a la fertilidad del suelo, para lo cual se recomendó realizar la prueba de medias (Duncan) en el factor A (especies forrajeras).

CV = 3.84 %

El coeficiente de variación del análisis de varianza para la variable porcentaje de emergencia es de 3.84 %, lo cual indica que los datos son confiables, por lo tanto, se hizo un buen manejo de las unidades experimentales, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 6.

Prueba Duncan de la variable porcentaje de emergencia del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Media Porcentaje (%) de Emergencia | Duncan |
|-----------------|---|---------------|
| Achicoria | 88,77 | A |
| Llantén | 79,51 | B |

Fuente: El autor

De acuerdo a la prueba de medias (Duncan) al 5 %, como se observa en la tabla 6, se determinó que la especie forrajes Achicoria tuvo un mayor porcentaje de emergencia con respecto a la especie llantén obteniendo así el 88.77% de emergencia, mientras que la especie llantén obtuvo 79.51 % de emergencia con respecto al total sembrado, el cual se aproxima a PNIA (2019) el cual realizó una investigación en Puno-Perú en forrajes de pastura, el cual incluyó la achicoria y el llantén donde indica que el

porcentaje de emergencia de plántulas fue alto, entre 80 y 90% en promedio, el cual se asemeja a las condiciones climatológicas de la región donde se realizó la investigación.

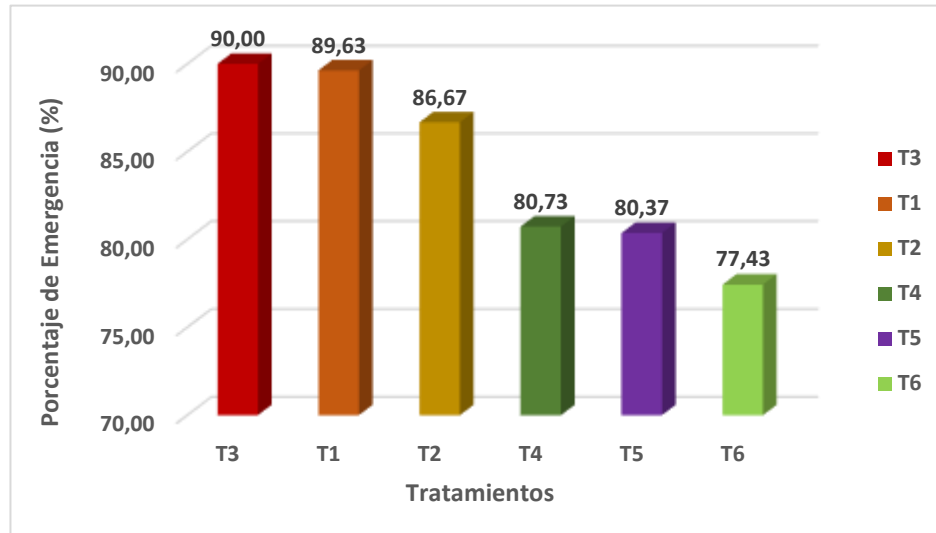
Momberg (2017) en su artículo titulado “Evaluación del establecimiento de tres cultivares de achicoria (*Cichorium intybus* L.) en siembra asociada a ballica bianual y avena en la comuna de Purranque” en donde indica que el porcentaje de emergencia que presento a los quince días del ensayo fue Choice seguido de Punter y el menor porcentaje de emergencia fue Chicory (achicoria) 501 (63, 57 y 55 %, respectivamente).

Por otra parte Montalvo (2018) en su trabajo de investigación sostiene que la emergencia de la semilla de achicoria ocurrió a los 25 días después de la siembra, momento en el que emergió el mayor grupo de semillas cubría casi el área total de cada unidad experimental, posiblemente la emergencia de las semillas se debió a las condiciones climáticas presentadas en la zona después de la siembra, al igual que las condiciones genéticas y morfológicas de las semillas utilizadas, que afectaron positivamente a la germinación.

La razón por el cual los resultados obtenidos del ANOVA que indican significancia en el factor A (especies forrajeras) es porque son especies diferentes, ya que pertenecen a distintas familias, cabe mencionar que en esta etapa del estudio no se tuvo una aplicación del fertilizante orgánico, pero se puede resaltar la alta viabilidad de la especie achicoria con respecto a la especie llantén.

Figura 12.

Porcentaje de emergencia de la interacción del factor A con el factor B



Fuente: El autor

Como se observa en la figura 12, los tratamientos No 3,2 y 1 con resultados de 90%, 86.67% y 89.63% respectivamente, son valores cercanos ya que estos resultados tienen como interacción del factor "A" a la especie achicoria el cual nos proporciona valores superiores, por otra parte, los tratamientos 4,5 y 6 tiene como resultado 80.73%, 80.37% y 77.43% respectivamente el cual tiene una semejanza entre los valores el cual tiene como interacción de factor "A" a la especie llantén.

6.3 Variables Agronómicas del cultivo

6.3.1 Altura de Planta

Para determinar el análisis de varianza se tuvo que medir 5 plantas al azar dentro del cuadro que se introdujo en cada unidad experimental, el cual se realizó la toma de datos, tabulación, análisis de datos y por último el análisis de varianza utilizando el programa estadístico Infostat que se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7.

Análisis de varianza de la variable altura de planta (cm) del factor A (Especies forrajes) y factor B (Niveles de Té de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | P-Valor | Significancia |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Especies (A) | 55,13 | 1 | 55,13 | 119,21 | 0,0001 | * |
| Niveles (B) | 317,08 | 2 | 158,54 | 342,85 | 0,0001 | * |
| Interacción (A*B) | 2,24 | 2 | 1,12 | 2,42 | 0,1392 | NS |
| Bloques | 0,31 | 2 | 0,15 | 0,33 | 0,7265 | NS |
| Error | 4,62 | 10 | 0,46 | | | |
| Total | 379,37 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

La tabla 7, nos indica q el factor “A” (especies forrajes) y factor “B” (niveles de té de humus de lombriz) poseen significancia con P-valor de 0.0001 y 0.0001 respectvamente , mientras que la interacción de ambos factores no presenta significancia alguna, por otra parte, el análisis de varianza señala que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual indica que el terreno tiene comportamiento homogéneo, para lo cual se recomendó realizar la prueba de medias (Duncan) en el factor A (especies forrajeras) y el factor B (niveles de té de humus de lombriz) para poder identificar de manera cuantitativa la diferencia señalada.

CV=2.77%

El coeficiente de variación del análisis de varianza de la variable altura de planta es de 2.77%, el cual nos muestra que los datos son confiables y tuvieron un buen manejo de las unidades experimentales, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 8.

Prueba Duncan de la variable Altura de planta (cm) del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Altura de planta (cm) Medias | Duncan |
|-----------------|-------------------------------------|---------------|
| Achicoria | 21.47 | A |
| Llantén | 18.89 | B |

Fuente: El autor

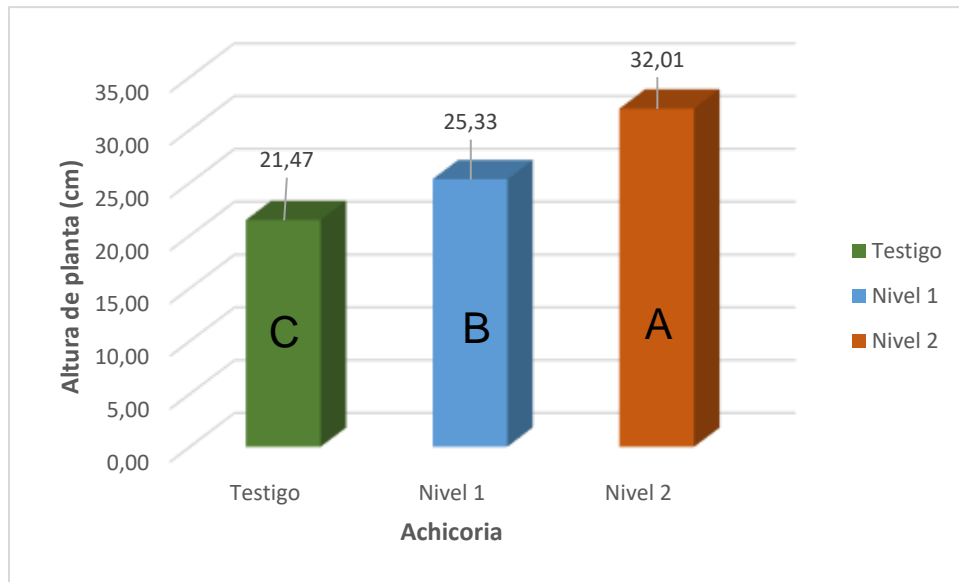
Como se observa en la Tabla 8, la especie Achicoria con letra “A” presenta una media de 21.47 cm, mientras que la especie Llantén con letra “B” una media de 18.89 cm de altura de planta, esto nos indica que la especie achicoria tiende a ser más alta que el llantén, cabe mencionar que en este factor no estuvo presente la influencia del fertilizante orgánico, razón por la cual ambas especies presentan diferencias por que pertenecen a distintas familias.

Sin embargo, es superior a lo que menciona PNIA (2019) en su estudio “Proyecto de investigación adaptativa “el cual menciona que en el caso de las especies de achicoria (Puna II y SESE100) se tiene baja altura de planta con promedio de 10.8 cm, el llantén (Tonic) 12.4cm con una altura media, y las más altas son las especies de la familia del nabo forrajero (Titan, Groundhog y Green Globe),

Con la bibliografía anterior se corrobora que ambas especies se desarrollaron de mejor forma en la variable altura de planta en esta parte de la región altiplánica de Bolivia (Patacamaya), una especie más que la otra (achicoria), talvez tuvieron mejor desarrollo por factores favorables que son propios del lugar.

Figura 13.

Prueba Duncan de la variable Altura de planta (Cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria



Fuente: El autor

Una vez realizado la prueba de medias (Duncan) al 5% en la especie Achicoria con la influencia del factor B (niveles de té de humus de lombriz), presenta los siguientes resultados, como el valor más alto, el nivel 2 (50 % de concentración) con letra “A” con una media de 32.01 cm, seguido del nivel 1 (20 % de concentración) con letra “B” con una media de 25.33 cm y como el valor más bajo, el testigo (0 % de concentración) con una media de 21.47 cm de altura de planta como se observa en la figura 13.

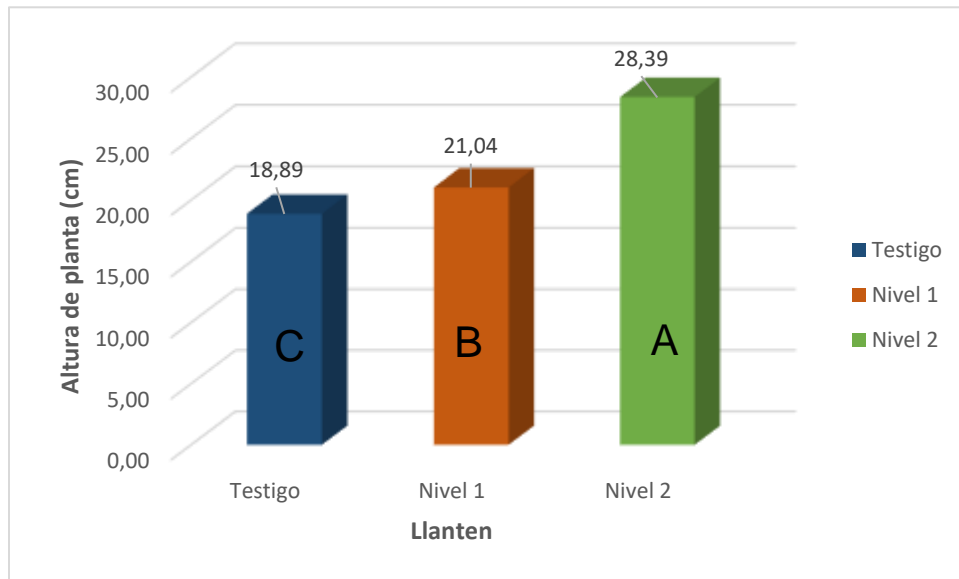
Sin embargo, es superior a lo que indica Montalvo (2018) en su trabajo de tesis titulado “Rendimiento de biomasa verde de achicoria (*Cichorium intybus* L.) sometido a dos sistemas de siembra” donde establece que su mejor tratamiento alcanzó la mayor altura con 25,72 cm, mientras que el tratamiento menos efectivo alcanzo la altura de 12.17cm.

Por otra parte, Moreno (2012) indican en su estudio titulado “Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*cichorium intybus*) y llantén (*plantago lanceolata*) para pastoreo” que su mejor tratamiento en la especie Achicoria forrajero resulto 24.8 cm de altura de planta en promedio.

Se puede mencionar que el fertilizante orgánico de humus de lombriz tuvo un impacto favorable dentro de la especie achicoria, ya que el mayor valor obtenido 32.01 cm (nivel 2), presenta mejores resultados que otras investigaciones logrando así, valores positivos en la variable altura de planta.

Figura 14.

Prueba Duncan de la variable Altura de planta de la especie Llantén (Cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz)



Fuente: El autor

Los resultados obtenidos de la prueba de media (Duncan) al 5%, nos indican que el nivel 2 (50 % de concentración) con letra “A” posee una media de 28.38 cm siendo este valor el más alto, seguido del nivel 1 (20% de concentración) con letra “B” con una media de 21.04 cm y como el valor más bajo al testigo (0% de concentración) con letra “C” con una media de 18.90 cm de altura de planta en la especie llantén influenciada por el factor “B” niveles de té de humus de lombriz como se observa en la figura 14.

Lo cual es inferior a Vibrans (2009), que indica que el Llantén es una planta que posee una altura de 15 cm a 30 cm, sin embargo, su longitud puede variar según los distintos hábitats de crecimiento, siendo así, se puede mencionar que no se llegó a alcanzar el máximo parámetro de altura de planta mencionados por Vibrans (2009) en la especie llantén aun teniendo el efecto del fertilizante orgánico lo cual ayudo de gran manera al crecimiento del llantén.

Por otra parte, Rosas (2012) en su estudio sobre la Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*cichorium intybus*) y llantén (*plantago lanceolata*) para pastoreo realizado en Montevideo-Uruguay, indica que su mayor resultado en altura de planta en el forraje llantén es de que 24.7 cm en promedio

6.3.2 Ancho de hojas

Para determinar el análisis de varianza se tuvo que realizar la medición del ancho de hoja de las plantas seleccionadas dentro del cuadrante que se introdujo en cada unidad experimental, una vez realizada la toma de datos, la tabulación y análisis de datos se procedió a determinar el análisis de varianza utilizando la herramienta estadística infostat como se observa en la tabla 9.

Tabla 9.

Análisis de varianza de la variable ancho de hoja del factor A (Especies forrajes) y factor B (Niveles de Te de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | P-Valor | Significancia |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Especies (A) | 58,46 | 1 | 58,46 | 6345,6 | 0,0001 | * |
| Niveles (B) | 4,14 | 2 | 2,07 | 224,81 | 0,0001 | * |
| Interacción (A*B) | 1,95 | 2 | 0,98 | 105,95 | 0,0001 | * |
| Bloques | 0,01 | 2 | 0,3 | 0,48 | 0,6296 | NS |
| Error | 0,09 | 10 | 0,01 | | | |
| Total | 64,66 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

El análisis de varianza de la variable ancho de hoja presenta los siguientes resultados, factor A (especies forrajes) con P-valor de 0.0001, factor B (niveles de té de humus de lombriz) con un P- valor de 0.0001 y la interacción de ambos factores poseen diferencias significativas, para lo cual se recomienda realizar la prueba de medias (Duncan), por otra parte, el análisis de varianza entre bloques indica que no existe significancia, lo cual indica que el terreno tiene comportamiento homogéneo con respecto a la fertilidad del suelo (gradiente), como se observa en la tabla 9.

CV= 1,99 %

El coeficiente de variación resultante del análisis de varianza de la variable ancho de hoja presentó como resultado 1,99 % el cual indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 10.

Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja (cm) del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Ancho de hoja (cm) Medias | Duncan |
|-----------------|--------------------------------------|---------------|
| Achicoria | 5.81 | A |
| Llantén | 2.84 | B |

Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) al 5%, determina diferencias significativas entre ambas especies, la achicoria con letra "A" como el valor más alto, con una media de 5.81 cm, y a la especie Llantén con letra "B" como el valor más bajo con una media de 2.84 cm de ancho de hoja, cabe señalar que en el factor A (especies forrajeras) no se tomó en cuenta el efecto del fertilizante orgánico como se observa en la tabla 10.

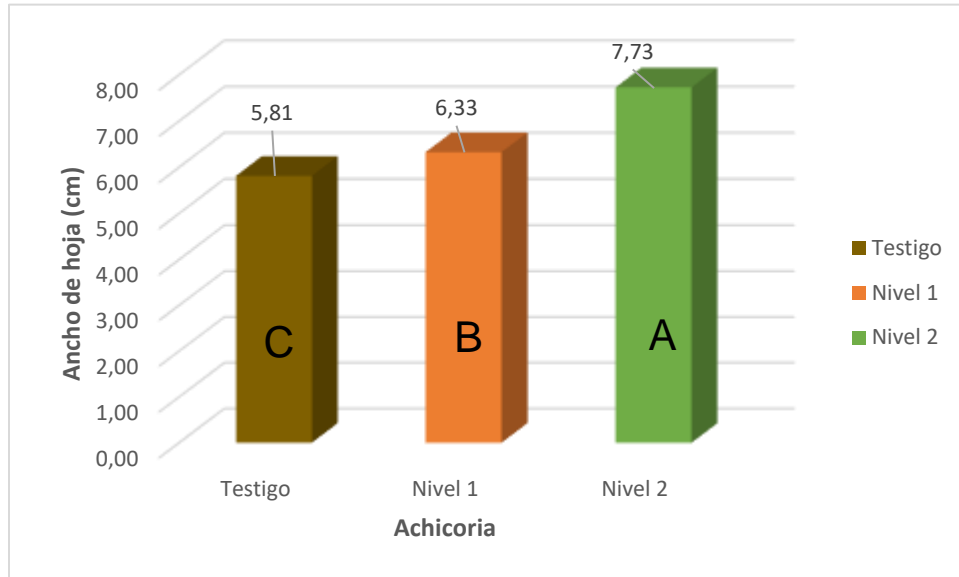
Sin embargo, los resultados obtenidos son superiores a Moreno y Rosas (2012) en su trabajo de tesis titulado "Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*cichorium intybus*) y llantén (*plantago lanceolata*) para pastoreo" que en la página 34 (Resultados) presentan sus mejores tratamientos para la variable ancho de hoja 3.4 cm y 2.4 cm en promedio para la achicoria y llantén respectivamente.

Cabe señalar que los datos obtenidos en el presente estudio sin la influencia del fertilizante orgánico, superaron de manera positiva el ancho de hoja de ambas especies a comparación con otros estudios, pero siendo objetivos entre ambas especies

existe efectivamente diferencias, esto se debe a que pertenecen a distintas familias, dato por el cual no llegan tener una similitud entre sus resultados.

Figura 15.

Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja (cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria



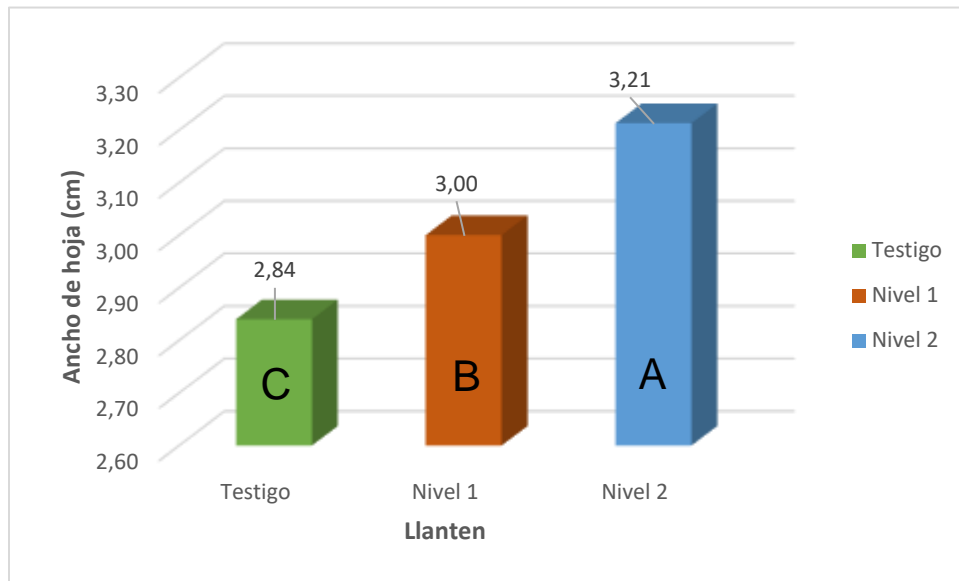
Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) al 5% del factor B en la especie achicoria, determina que el resultado más alto es el nivel 2 (50 % de concentración) con letra “A” que posee una media de 7.73 cm, seguido del nivel 1 (20% de concentración) con letra “B” una media de 6,33 cm y como el resultado más bajo se tiene al testigo (0% de concentración) con letra “C” con media de 5.81 cm de ancho de hoja, datos por el cual se corrobora que existe diferencias significativas en los niveles de té de humus de lombriz en la especie achicoria como se observa en la figura 15.

El mejor resultado obtuvo el nivel 2 con una media de 7.73 cm de ancho de hoja lo cual es inferior a Montalvo (2018) que en su trabajo de tesis titulado “Rendimiento de biomasa verde de achicoria (*Cichorium intybus L.*) sometido a dos sistemas de siembra” en el que indica que el mejor tratamiento que obtuvo en relación al ancho de hoja fue de 10,4 cm en promedio, por lo tanto, no se pudo alcanzar el ancho de hoja esperado tomando en cuenta la influencia del fertilizante orgánico.

Figura 16.

Prueba de medias (Duncan) de la variable ancho de hoja (cm) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén



Fuente: El autor

Como se puede observar en la figura 16, la prueba de media Duncan en el factor B en la especie llantén, determinan al nivel 2 (50% de concentración) con letra “A” con una media de 3.21 cm como el resultado más alto, seguido del nivel 1 (20% de concentración) con letra “B” con una media de 3.00 cm y como el resultado más bajo al testigo (0% de concentración) con media de 2,84 cm con letra “C”, valores que son diferentes y confirman que existe diferencias significativas.

Sin embargo, los resultados obtenidos son inferior a Hernández (2021) que en su trabajo de investigación titulado “Comportamiento agronómico y producción del llantén (*Plantago lanceolata* L.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en Ibarra-imbabura” donde indican que su mejor tratamiento en la variable ancho de hoja obtuvo 5.2 cm y el tratamiento menos efectivo fue de 3.6 cm, esto nos indica que la condición del lugar tuvo un impacto negativo en esta variable (ancho de hoja).

Tabla 11.

Prueba Duncan de la variable ancho de hoja de la interacción del factor A con el factor B.

| Factor A | Factor B | Tratamiento | Medias | Duncan |
|-----------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------|
| Achicoria | Nivel 2 | T3 | 7,73 | A |
| Achicoria | Nivel 1 | T2 | 6,33 | B |
| Achicoria | Testigo | T1 | 5,81 | C |
| Llantén | Nivel 2 | T6 | 3,21 | D |
| Llantén | Nivel 1 | T5 | 3,00 | E |
| Llantén | Testigo | T4 | 2,84 | E |

Fuente: El autor

Como se observa en la tabla 11. Se determina que el tratamiento 3 con una media de 7.73 cm de ancho de hoja es el que nos proporciona un mejor resultado, ya que está conformado por la interacción del factor A (Achicoria) y el factor B (nivel 2 al 50 % de concentración).

Por otra parte, se tiene al T2 y T1 con una media de 6.33cm, 5.81 cm de ancho de hoja respectivamente, de igual forma conformado por el factor A (Achicoria) solo que a diferentes niveles de té de humus de lombriz.

Como también a los tratamientos T6 y T5 con una media de 3.21 cm, 3.00 cm de ancho de hoja respectivamente, conformado por el factor A (Llantén) de igual forma a diferentes niveles de té humus de lombriz y como al resultado menos efectivo tenemos al T4 con una media de 2,84 cm de ancho, que está conformada por el factor A (Llantén) con un nivel 0 (testigo) al 0% de concentración.

6.3.3 Numero de hojas

Para realizar el análisis de varianza de la variable número de hojas, se tomó en cuenta hojas verdaderas en la recolección de datos en cada unidad experimental en las

plantas seleccionadas dentro de cada cuadrante, para su posterior tomada de datos, tabulación, análisis de datos y por último el análisis de varianza utilizando la herramienta estadística Infostat que se muestra en la tabla 12.

Tabla 12.

Análisis de varianza de la variable número de hoja del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | P-Valor | Significancia |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Especies (A) | 5,56 | 1 | 5,56 | 17,24 | 0,002 | * |
| Niveles (B) | 8,78 | 2 | 4,39 | 13,62 | 0,040 | * |
| Interacción (A*B) | 0,11 | 2 | 0,06 | 0,17 | 0,8441 | NS |
| Bloques | 2,11 | 2 | 1,06 | 3,28 | 0,0805 | NS |
| Error | 3,22 | 10 | 0,32 | | | |
| Total | 19,78 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

El análisis de varianza de la variable número de hojas, señala al factor A (especies forrajeras) con p-valor de 0.002 y al factor B (niveles de té de humus de lombriz) con p- valor de 0.040, que poseen diferencias significativas, mientras que la interacción de ambos factores no poseen significancia alguna, por otra parte entre bloques de igual forma no existe significancia, eso indica que nuestro gradiente de boques (fertilidad) es homogénea, para lo cual se recomienda realizar la prueba de medias (Duncan) en el factor A y factor B para determinar de forma cuantitativa sus diferencias.

C.V= 10, 20 %

El coeficiente de variación del análisis de varianza de la variable número de hojas es 10,20 %, el cual señala que está dentro del rango de aceptabilidad de datos, y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, encontrándose dentro de los

parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 13.

Prueba de medias Duncan de la variable número de hoja del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Numero de hojas Medias (Cm) | Duncan |
|-----------------|--|---------------|
| Llantén | 7.70 | A |
| Achicoria | 6.67 | B |

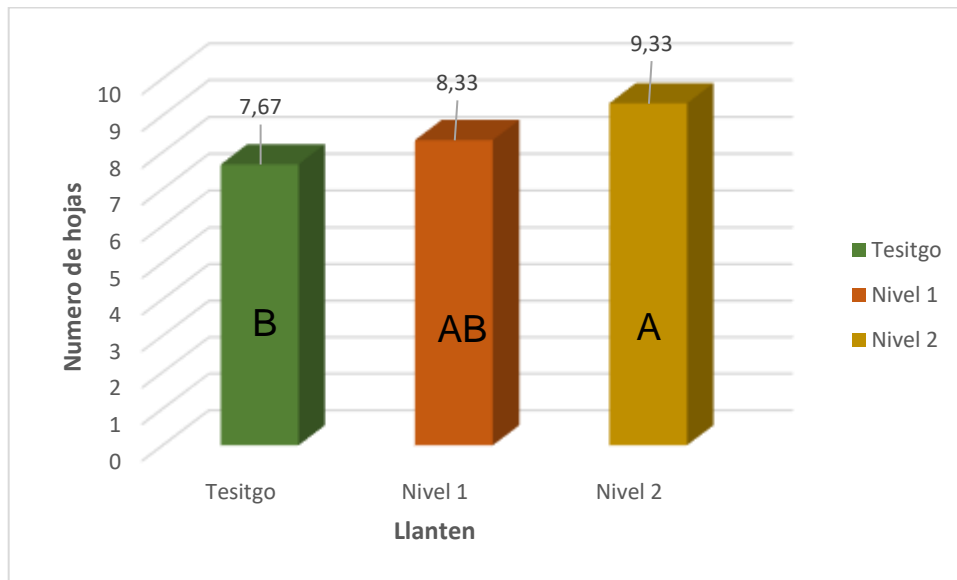
Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) en el factor A, determina que efectivamente existe diferencias significativas entre las especies, con el resultado más alto la especie forrajera Llantén con letra “A” con promedio de 7.70 hojas y como el resultado más bajo la especie forrajeas Achicoria con letra “B” con promedio de 6.67 hojas, se puede considerar las diferencias en los resultados ya que son especies de distinta familia, cabe señalar que en este factor no está considerado el efecto del fertilizante orgánico té de humus de lombriz.

Como se observa en la tabla 13. La especie Llantén presento mejores características de desarrollo a comparación de la especie Achicoria, en cuanto a números de hojas se refiere, según nos indica los resultados obtenidos, se recomienda realizar la prueba de medias del factor B para ver si tuvo algún efecto positivo en las especies.

Figura 17.

Prueba de medias Duncan de la variable número de hoja del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén



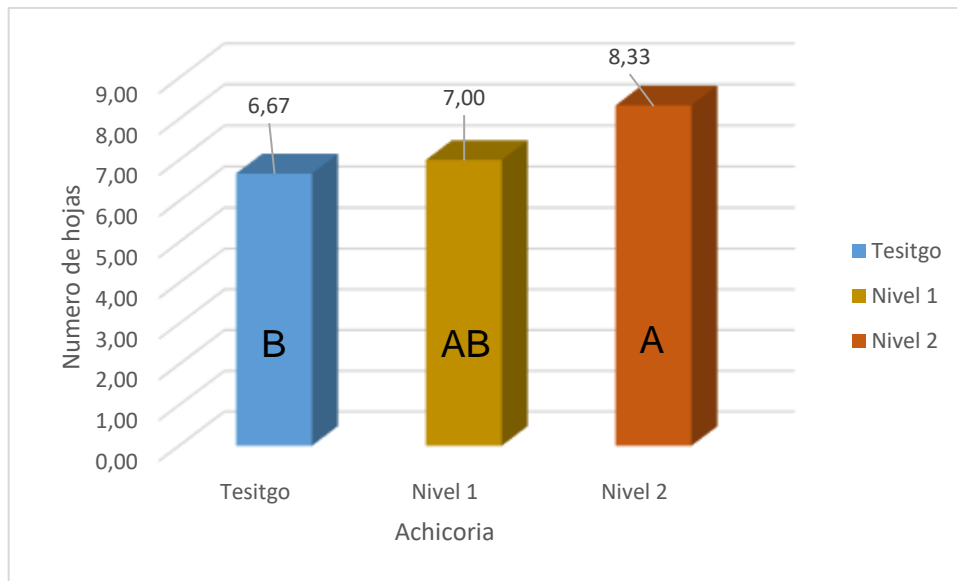
Fuente: El autor

Una vez realizado la Prueba de medias (Duncan) al 5% recomendado por el análisis de varianza en el factor “B” niveles de té de humus (Llantén), nos indica que el nivel 2 al 50 % de concentración posee una media de 9.33 con la letra “A” siendo este el resultado más sobresaliente, seguido del nivel 1 al 20% de concentración con letra “AB” con promedio de 8.33 y por ultimo con el resultado más bajo el testigo al 0% de concentración con letra “BC” con media de 7.67 número de hojas, cabe mencionar que la diferencia entre los promedios es estrecha, razón por la cual el nivel 1 (20 % de concentración) como se observa en figura 17.

Según Moreno y Rosas (2012), informan que en su investigación cosecharon llantén para la altura de planta de 15 cm un promedio de 5 hojas, para la altura de 20 cm de 6 hojas y para la altura de 25 cm de 9 hojas por planta, el cual haciendo la comparación con el presente estudio se puede decir que se alcanzó el número de hojas por planta con la ayuda del fertilizante orgánico el cual tuvo un impacto importante en esta variable (número de hojas) y más que todo en el cultivo de llantén fue indispensable para poder alcanzar el número de hojas .

Figura 18.

Prueba de medias Duncan de la variable número de hoja del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria



Fuente: El autor

Como se observa en la figura 18, la prueba de medias Duncan indica que el nivel 2 (50% de concentración) con letra “A” obtuvo el mejor resultado con promedio de 8.33 hojas, seguido del nivel 1 (20% de concentración) con letra “AB” con promedio de 7.00 hojas y como el valor con menor hojas al testigo (0% de concentración) con letra “B” con una media de 6.67 hojas, se debe resaltar que las diferencias en los resultados son mínimas dentro de los niveles del fertilizante orgánico de humus de lombriz, ya que el nivel 1 (50 % de concentración) se asemeja a los valores del testigo y nivel 2, razón por la cual es representada con letras AB.

Los Resultados obtenidos se aproxima a lo que indica Rosas (2012) en su estudio de caracterización fenológica de la achicoria que lo realizo en Uruguay (Montevideo) donde indica que el número de hojas obtenidos de su mejor tratamiento es 8.9 número de hojas en promedio para una altura de planta de 25 cm.

Por otra parte, la especie achicoria al 50 % de concentración (nivel 2) obtuvo una media de 8,33 hojas el cual es inferior a lo que menciona Montalvo (2018) en su trabajo de investigación titulado “Rendimiento de biomasa verde de achicoria (*Cichorium intybus L.*) sometido a dos sistemas de siembra y tres tipos de abonos orgánicos “ el cual

menciona que para el número de hojas por planta a los 150 días se establece que su mejor tratamiento alcanzó un número de 15,86 hojas por planta; mientras que el tratamiento menos efectivo que obtuvo fue de 8,03 hojas por planta, haciendo una comparación con el presente estudio se puede mencionar que el número de hojas es bajo, esto se debe a las condiciones climáticas de la región y posiblemente a las densidades de siembra que no son tomados en cuenta en el presente estudio.

Se debe mencionar que en estos resultados resalta la especie llantén ya que obtuvo resultados más favorables a comparación de la especie achicoria ambos sometidos al efecto del fertilizante orgánico y recomendar si se desea buenos resultados, utilizar el nivel 2 al 50% de concentración, ya que elevo de manera positiva el número de hojas en ambas especies(de 1 a 2 hojas) y eso representa un aumento positivo en el rendimiento de los forrajes, tomando en cuenta los factores adversos de la región altiplánica.

6.3.4 Rendimiento de materia verde

Para realizar el análisis de varianza de la variable rendimiento de materia verde se hizo el cortado del forraje cuando este ya estaba desarrollado, se realizó el corte dentro del recuadro (30cm*30cm) que se introdujo en cada unidad experimental para su respectivo pesado, tabulación de datos, análisis de datos, se realizó la transformación a kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2) y posterior análisis de varianza utilizando la herramienta estadística infostat para su posterior análisis.

Tabla 14.

Análisis de varianza de la variable Rendimiento de la materia verde (Kg/m^2) del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | P-Valor | Significancia |
|-------------------|--------------|-----------|-----------|----------|----------------|----------------------|
| Especies (A) | 2,95 | 1 | 2,95 | 204,12 | 0,0001 | * |
| Niveles (B) | 8,66 | 2 | 4,33 | 299,39 | 0,0001 | * |
| Interacción (A*B) | 0,47 | 2 | 0,23 | 16,14 | 0,0007 | * |
| Bloques | 0,06 | 2 | 0,03 | 1,94 | 0,1935 | NS |
| Error | 0,14 | 10 | 0,01 | | | |
| Total | 12,28 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC (Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo ($p < 0.05$) y ns= no significativo

El análisis de varianza de la variable rendimiento de materia verde en kilogramos por metro cuadrado (Kg/m^2), determina al factor A (especies forrajeras) con p-valor de 0.0001, factor B (niveles de té de humus de lombriz) con p-valor de 0.0001 y la interacción del factor A con el factor B con p-valor de 0.0007 resultados significativos el cual se recomienda realizar la prueba de medias Duncan al 5 %, por otra parte el análisis de varianza entre bloques con p-valor de 0.1935 señala diferencias no significativas, lo cual indica que el terreno tiene comportamiento homogéneo con respecto a la fertilidad del suelo (gradiente) como se observa en la tabla 14.

CV= 5.34 %

El coeficiente de variación del análisis de varianza de la variable rendimiento de materia verde nos da como resultado 5.34 %, el cual nos indica que los datos son confiables y se tuvo un buen manejo de las unidades experimentales encontrándose dentro de los parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 15.

Prueba Duncan de la variable Rendimiento de materia verde (Kg/m²) del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Rend. Materia verde (Kg/m²) | Duncan |
|-----------------|---|---------------|
| Achicoria | 1.544 | A |
| Llantén | 1.178 | B |

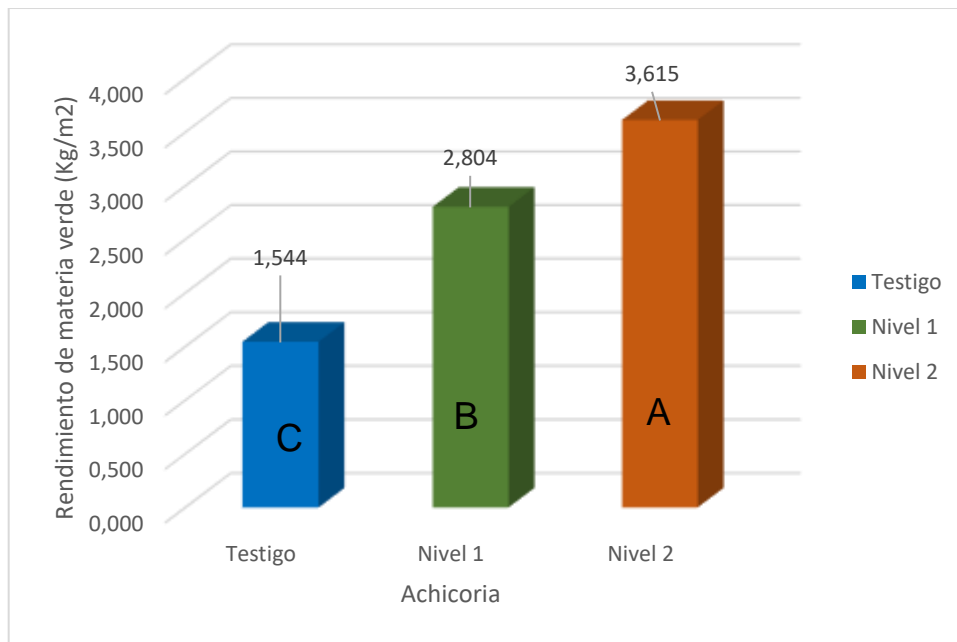
Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) al 5%, señala a la especie achicoria con letra "A" con promedio de 1.544 kg/m² como el mayor resultado, seguido de la especie Llantén con letra "B" con promedio de 1.178 kg/m² de materia verde, se puede comprobar que efectivamente existe diferencia significativas, pero se debe aclarar que ambos forrajes son de distintas familias para cual es natural que sean diferentes, cabe mencionar que en este factor no existe el efecto del fertilizante orgánico te de humus de lombriz.

Observando la tabla 15, se puede mencionar que la especie Achicoria obtuvo un mayor resultado que la especie Llantén en el rendimiento de materia verde, el cual nos da entender que la achicoria tuvo una mejor adaptabilidad a las condiciones del lugar a comparación de la especie llantén en cuanto a rendimiento de materia verde, el cual se podrá comprobar más adelante si tuvo alguna influencia el fertilizante orgánico.

Figura 19.

Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria



Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) del factor B (niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria al 5 %, presenta los siguientes resultados, con el mayor valor se tiene al nivel 2 (50 % de concentración) con letra “A” con media de 3.615 kg/m^2 , seguido del nivel 1 (20 % de concentración) con letra “B” con promedio de 2.804 kg/m^2 y por último el testigo (0% de concentración) con letra “C” con media de 1.544 Kg/m^2 de materia verde como se observa en la figura 19.

Como el mayor resultado de la variable rendimiento de materia verde se tiene al nivel 2 al 50 % de concentración con promedio de 3.615 kg/m^2 el cual se aproxima a lo que indica Montalvo (2018) en su estudio titulado “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 ” donde señala que el mayor rendimiento de forraje que obtuvo fue con el tratamiento T6 (Té de frutas + voleo) con $3,36 \text{ kg/m}^2$, seguido del tratamiento T2 (Té de frutas + surcos) con

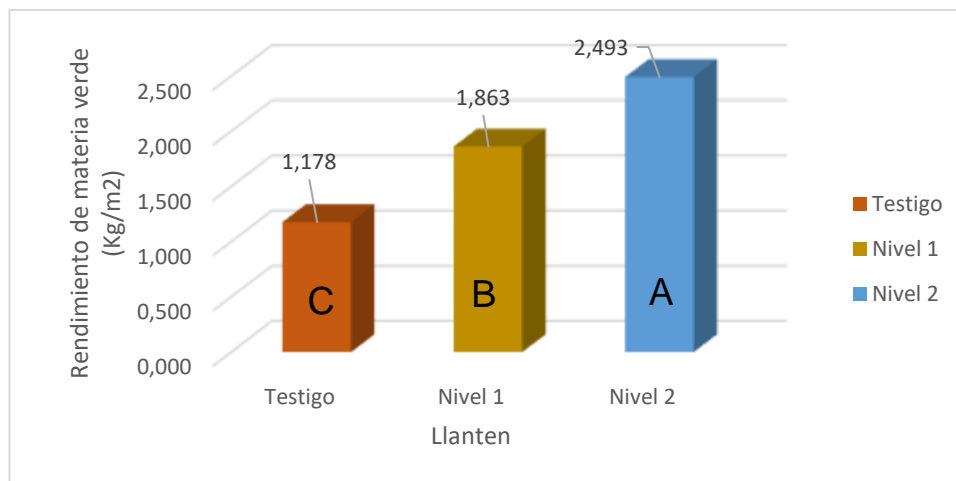
3,33 kg/m², constituyéndose la achicoria como una alternativa ante la escases de forraje en el Cantón Espejo.

Por otra parte, Del Pino (2012) menciona que se debe cosechar cuando la hoja es aún joven para lo cual el rendimiento de la achicoria en materia húmeda es de 750 g a 2,8 kg/m² y de 7500 a 28000 kg/ha, que puede variar según la época del año, tamaño de hoja a cosecha, la variedad y la densidad de plantas.

Por lo tanto, cabe mencionar que con la ayuda del fertilizante orgánico té de humus de lombriz se superó el rendimiento de materia verde a comparación de otros estudios señalados anteriormente en esta parte de la región, es decir la especie achicoria se pudo desarrollar de forma positiva a las condiciones climáticas del lugar de estudio.

Figura 20.

Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m²) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén.



Fuente: El autor

Los resultados de la prueba de medias al 5% del factor B (niveles de té de humus de lombriz) en la especie llantén son: con el mayor resultado al nivel 2 (50 % de concentración) con letra "A" con promedio de 2.493kg/m², seguido del nivel 1 al 20 % de concentración con letra "B" con media de 1.863 kg/m²y con el resultado más bajo al

testigo (0% de concentración) con letra "C" con promedio de 1.178 kg/m^2 de materia verde.

El nivel 2 al 50 % de concentración alcanzo un promedio de 2.493 Kg/m^2 , sin embargo, es inferior a lo que indica Paucar (2010), en donde se evaluó y caracterizó agronómicamente al llantén forrajero, registró producciones forrajeras en cultivo puro de $2,98 \text{ kg/m}^2$, este comportamiento supero al presente estudio pudo deberse a que el llantén no se adaptó de manera positiva a las condiciones de la región donde se realizó dicha investigación aun tomando en cuenta el efecto del fertilizante orgánico.

Otros estudios como el reportado por Ferradá (2000), mencionan que en su experimento ejecutado en Cuba donde se evaluó la producción de materia verde del llantén con dos densidades de siembra reportan rendimientos de $2,1 \text{ kg/m}^2$, el cual se aproxima al rendimiento de materia verde que se obtuvo en el presente estudio.

Se puede determinar la superioridad que tiene el nivel 2 al 50% de concentración de té de humus de lombriz, el cual nos indica que existe un efecto positivo por parte del fertilizante orgánico en las especies forrajeras, ya que se pudo aumentar el rendimiento de materia verde de acuerdo al nivel de concentración aplicada, esto indica que mientras mayor sea la concentración del fertilizante mayor efecto causara sobre los forrajes.

Tabla 16.

Prueba Duncan de la variable rendimiento de materia verde (Kg/m²) de la interacción del factor A y el factor B.

| Factor A | Factor B | Tratamientos | Kg. por metro cuadrado |
|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|
| Achicoria | Nivel 2 | T3 | 3,61 |
| Achicoria | Nivel 1 | T2 | 2,80 |
| Llantén | Nivel 2 | T6 | 2,49 |
| Llantén | Nivel 1 | T5 | 1,86 |
| Achicoria | Testigo | T1 | 1,54 |
| Llantén | Testigo | T4 | 1,17 |

Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) que se realizó de la interacción de los factores nos da como resultados al tratamiento No 3 conformado por la especie achicoria al 50% de concentración (nivel 2) como el mayor de todos los tratamientos con una media de 3.61kg/m², en cambio los tratamientos No 2 y 6 presentaron una media de 2.80 y 2.49 kg/m² respectivamente, por otra parte los tratamientos No 5 y 1 presentaron una media de 1.86 y 1.54 Kg/m² respectivamente, y como el menos efectivo se tiene al tratamiento No 4 conformado por la especie Llantén al 0% de concentración (testigo) con una media de 1.17 kg/m² como se observa en la tabla 16.

Se puede observar que el tratamiento No 3 tiene el mayor resultado a comparación de los otros tratamientos dando como resultado una media de 3.61kg/m², el cual nos indica que posee un rendimiento de materia verde superior a los demás tratamientos, ya que fue la influencia y/o efecto del fertilizante orgánico, cabe recalcar que para su aplicación se utilizó el 50 % de concentración para este tratamiento, el cual se puede comprobar que mientras más concentrado este el fertilizante mayor será el

efecto. Apoyándonos en otras investigaciones donde se utilizó el fertilizante orgánico Te de humus de lombriz es Arratia (2018) que realizó su trabajo de tesis titulado “Efecto del fertilizante té de humus de lombriz en dos variedades de vainita (*phaseolus vulgaris l.*), en ambiente protegido en el centro experimental cota-cota” donde probó 3 dosis de aplicación del fertilizante 25 %, 50% y 75%, mediante sus resultados comprobó el efecto positivo del fertilizante al 50% de concentración ascendiendo de 2.25 kg/m² a 2.48 kg/m² en rendimiento, lo cual se puede comprobar que el fertilizante funciona de mejor manera al 50% de concentración como se observa en el presente estudio.

6.3.5 Rendimiento de materia seca

Para la variable rendimiento de materia seca como primer procedimiento se realizó el corte de los forrajes dentro del cuadrante que se introdujo en cada unidad experimental, posteriormente se hizo el secado de los forrajes en la estufa durante 48 horas para su secado total, pesado de la materia seca, la tabulación de los datos, la conversión a kilogramos por metro cuadrado (Kg/m²) y el análisis de varianza con la herramienta estadística infostat de los dos factores a estudiar.

Tabla 17.

Análisis de varianza de la variable Rendimiento de la materia seca del factor A (Especies forrajeras) y factor B (Niveles de Té de humus)

| F.V. | SC | GL | CM | F | P-Valor | Significancia |
|-------------------|-----------|----|---------|--------|---------|---------------|
| Especies (A) | 15803,46 | 1 | 15803,4 | 27,15 | 0,0004 | * |
| Niveles (B) | 320756,57 | 2 | 160378 | 275,57 | 0,0001 | * |
| Interacción (A*B) | 5143,74 | 2 | 2571,87 | 4,42 | 0,0621 | Ns |
| Bloques | 2227,74 | 2 | 1113,72 | 1,91 | 0,1978 | NS |
| Error | 5819,79 | 10 | 581,98 | | | |
| Total | 349751,00 | 17 | | | | |

FV (Fuente de variación); SC(Sumatoria de cuadrados); GL(Grados de libertad); CM(Cuadrado Medio); F(f calculado); p-valor(Nivel de significancia); *= Significativo (p < 0.05) y ns= no significativo

Una vez realizado el análisis de varianza de la variable rendimiento de materia seca (kg/m^2) se puede identificar al factor A (especies forrajeras) con p-valor de 0.0004 y al factor B (niveles de té de humus) con p-valor de 0.0001 con diferencias significativas para lo cual se recomienda realizar la prueba de medias Duncan para determinar las diferencias cuantitativas, sin embargo la interacción de ambos factores con p-valor de 0.0621 no posee diferencias significativas, por otra parte el análisis de varianza señala que entre bloques con p-valor de 0.1978 determina no significativo lo que nos da a entender que tiene una gradiente de bloques (fertilidad) homogénea como se observa en la tabla 17.

CV= 5.54 %

El coeficiente de variación del análisis de varianza de la variable rendimiento de material de seca nos da como resultado 5.54 %, el cual nos indica que se hizo un buen manejo de las unidades experimentales, que los datos son confiables encontrándose dentro de los parámetros aceptados por Ochoa (2003), que indica que el CV no debe sobrepasar el 30% en estudios de campo.

Tabla 18.

Prueba Duncan de la variable Rendimiento de materia seca (Kg/m^2) del factor A (especies forrajeras)

| Especies | Rend. Material seca (kg/m^2) | Duncan |
|-----------------|--|---------------|
| Achicoria | 0.271 | A |
| Llantén | 0.259 | B |

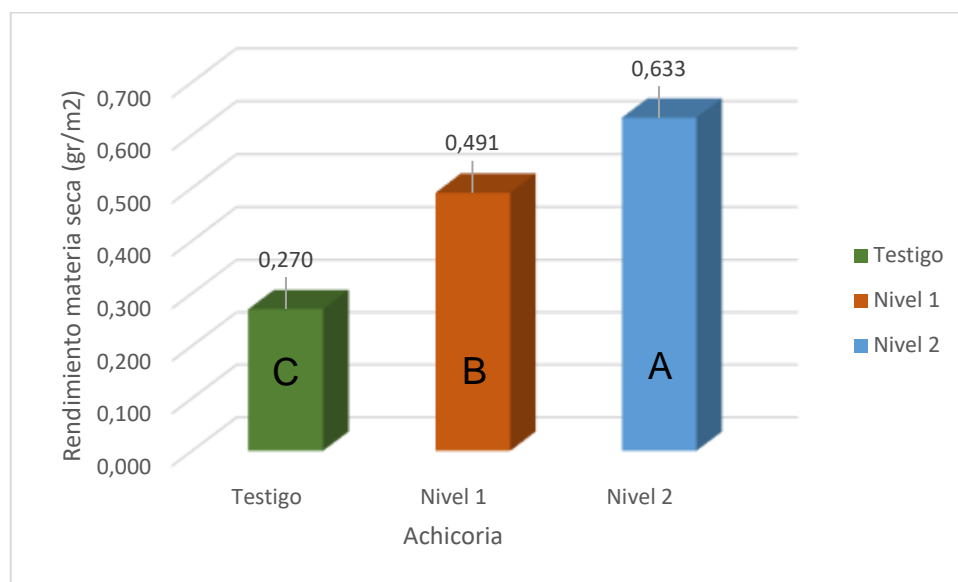
Fuente: El autor

La prueba de medias (Duncan) del factor A especies forrajeras, determina los siguientes datos, la especie achicoria con letra “A” tiene un promedio de $0.271 \text{ kg}/\text{m}^2$

siendo el dato con mayor resultado, mientras que la especie Llantén con media de 0.259 kg/m^2 con letra "B" es el que tiene el resultado más bajo, indica la superioridad de la especie achicoria con respecto a la especie llantén en la variable rendimiento de materia seca, pero se debe a que los forrajes pertenecen a diferentes familias, el cual nos da a entender que la achicoria se desarrolló de mejor manera en las condiciones agroclimáticas del lugar sin tomar en cuenta el efecto del fertilizante orgánico, el cual no influye en este factor, para lo cual se recomienda realizar la prueba de media del factor B niveles de té de humus de lombriz, para verificar si hubo la estimulación del fertilizante orgánico.

Figura 21.

Prueba de medias Duncan de la variable rendimiento de materia seca (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria



Fuente: El autor

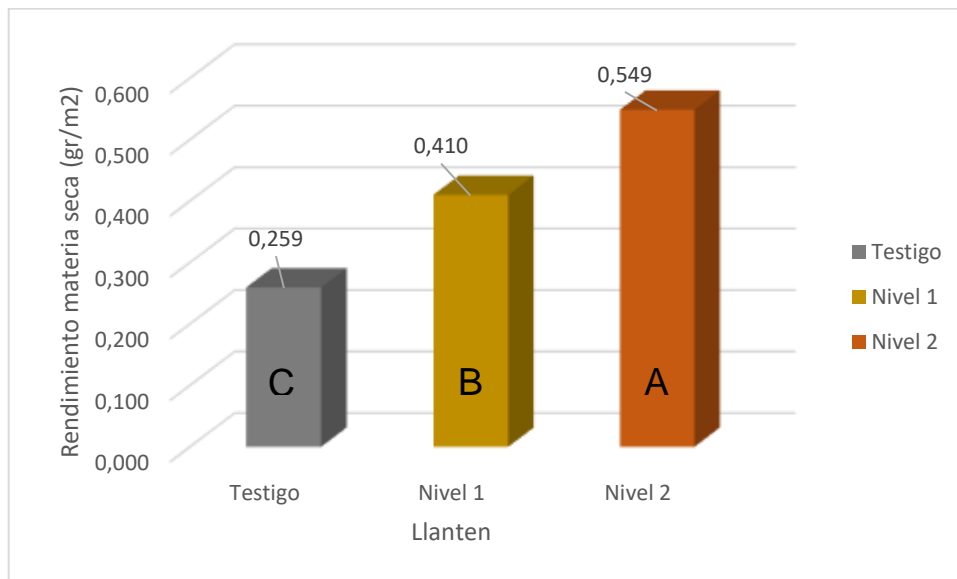
Los resultados de la prueba de medias (Duncan) al 5% del factor B (niveles de té de humus de lombriz) en la especie Achicoria, señala que existe diferencias significativas entre los niveles, el nivel 2 al 50 % de concentración tiene una media de 0.633 kg/m^2 representado por la letra A, seguido del nivel 1 al 20% de concentración representado por la letra "B" posee una media de 0.491 kg/m^2 y por último al testigo (0%

de concentración) representado por la letra C con promedio de 0.270 kg/m^2 de materia seca como observa en la figura 21.

Se consideró al nivel 2 como el mayor rendimiento de materia seca con una media de $0,633 \text{ Kg/m}^2$, se aproxima a los estudios de Douglas (1991) el cual la achicoria (*Cichorium intybus*) produjo 6,3 t/ha convertido a kilogramos por metro cuadrado se tiene $0,61 \text{ Kg/m}^2$ de materia seca, valores aproximados a los obtenidos en este estudio, pero inferior a los que menciona Santhinos (2014) en su estudio titulado "Evaluación agronómica de especies medicinales con potencial de uso en pastos" donde el mayor rendimiento entre sus tratamiento fue de $0,72 \text{ Kg/m}^2$, el cual se debe a las condiciones del lugar ya que el estudio de Santhinos (2014) se realizó en una región cálida (Brasil) a comparación de nuestro estudio que se realizó en el altiplano boliviano.

Figura 22.

Prueba de medias Duncan de la variable rendimiento de materia seca (Kg/m^2) del factor B (Niveles de té de humus de lombriz) en la especie Llantén



Fuente: El autor

La prueba de medias Duncan al 5% del factor B en la especie Llantén indica que el nivel 2 al 50% de concentración representada por la letra "A" con promedio de 0.549 kg/m^2 es el que posee el mayor resultado, seguido del nivel 1 al 20% de

concentración con media de 0.410 kg/m^2 representado por la letra “B” y por ultimo al testigo 0% de concentración con media de 0.259 kg/m^2 representado por la letra “C” como se observa en la figura 22, por lo cual este resultado nos indica que mientras más concentrado este el abono orgánico los resultados podrían ser más favorable en cuestión de materia seca por lo tanto se podría aumentar el rendimiento para una producción favorable.

Sin embargo el nivel 2 al 50 % de concentración es el que mayor rendimiento nos presenta con media de $0,549 \text{ kg/m}^2$ lo cual es inferior a lo que indica Hernández (2022) en su estudio titulado “Comportamiento agronómico y producción del llantén (*plantago lanceolata*), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en ibarra-imbabura” donde menciona que la producción de materia seca con fertilización orgánica registro 7 mil kg/MS/ha convirtiendo nos sale $0,7 \text{ Kg/m}^2$, concluyendo una diferencia de $0,151 \text{ Kg/m}^2$.

Según Cid et al., (2011) exponen en su investigación que se realizó en la ciudad de Argentina donde se probó 4 pastos; *Plantago lanceolata L.* en cultivos puros y en mezclas binarias con tres gramíneas de diferente velocidad de crecimiento inicial; Raygrass anual (*Lolium multiflorum Lam.*), festuca alta (*Festuca arundinacea Schreb.*), y pasto ovilla (*Dactylis glomerata L.*), el cual probó en parcelas de $1.4 \times 5 \text{ m}$ y 17.5 cm entre hileras, con densidades de siembra de 4, 8 y 12 kg semilla por hectárea en parcelas de *Plantago lanceolata L.* puro y con la mitad de ellas en las mezclas, se cosecho a una altura de 25 a 30 cm , el corte de la planta se realizó a la altura de 8 cm sobre la superficie del suelo, en lo que se refiere al llantén puro registró una producción de $7300 \pm 485 \text{ kg/ha}$ ($0,73 \text{ Kg/m}^2$), lo cual es superior a lo que se obtuvo en la presente investigación, esto debe a que el llantén no se pudo adaptar de forma positiva a las condiciones del lugar, cabe señalar que con la ayuda del fertilizante orgánico se pudo aumentar la producción, pero no se pudo alcanzar producciones de otros estudios.

6.4 Variables económicas

6.4.1 Relación Beneficio / Costo

La relación beneficio costo se realizó cuantificando todos los egresos a detalle de la investigación y para determinar los ingresos se tuvo que ir físicamente a los mercados, ferias para conocer el precio de los forrajes, que oscilan entre 22 a 24 Bs el kilogramo de Achicoria y 19 a 20bs el kilogramo de llantén a continuación se muestra el resumen del análisis económico, el cual se detalla el gasto de producción de cada tratamiento a través del beneficio costo (B/C).

Tabla 19.

Relación beneficio / costo por tratamientos.

| EGRESOS | | | | | | |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| En Bs por tratamiento | | | | | | |
| Detalle | T 1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| Insumos | 126 | 221 | 356 | 140 | 235 | 370 |
| Mano de obra | 880 | 880 | 880 | 880 | 880 | 880 |
| Materiales | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| TOTAL | 1148 | 1243 | 1378 | 1162 | 1257 | 1392 |

| INGRESOS | | | | |
|-----------------|---------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| Detalle | Precio por Kg | Rendimiento por m2 (Kg) | Área por tratamiento | Ingreso bruto (bs) |
| T1 | 24 | 1,54 | 42 | 1552,32 |
| T2 | 24 | 2,80 | 42 | 2822,4 |
| T3 | 24 | 3,61 | 42 | 3638,88 |
| T4 | 20 | 1,18 | 42 | 991,2 |
| T5 | 20 | 1,86 | 42 | 1562,4 |
| T6 | 20 | 2,49 | 42 | 2091,6 |

| Beneficio / costo por tratamientos | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Indicador | T 1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| B/C | 1,35 | 2,27 | 2,64 | 0,85 | 1,24 | 1,50 |

Fuente: El autor

Según los valores obtenidos en el análisis económico se puede observar que el tratamiento No 3 posee como resultado 2.64, seguido del tratamiento No 2 y 6 que se obtuvo un B/C de 2.27 y 1.50 respectivamente, por otra parte los resultados de los tratamientos No 1 y 5 nos presentan un resultado de 1.36 y 1.24 respectivamente y como el resultado más bajo se tiene al tratamiento No 4 el cual presenta un B/C de 0.85, el cual indica un valor por debajo de 1 esto indica una pérdida de inversión, por lo cual no es rentable para obtener un beneficio económico.

Cabe mencionar que el tratamiento No 3 conformado por la especie achicoria al 50% de concentración (nivel 2) es el que posee mayor beneficio costo en el estudio, dando como resultado Bs 2.64, es decir que por cada 1 boliviano invertido se generara bs 1.64, concluyendo así, como el mejor en cuestión a beneficio costo, por otra parte, el tratamiento No 6 conformado por la especie llantén al 50% de concentración, posee el costo de producción más alto del estudio, obteniendo un B/C inferior a comparación, el cual es 1,50 que nos indica que tiene un costo de producción alto y un beneficio bajo ya que este es proporcional al rendimiento que ofreció la especie en la investigación, además que su precio de venta es menor a comparación de la especie achicoria.

7 CONCLUSIONES

Con base a los objetivos y resultados obtenidos durante el trabajo de investigación se llega a concluir lo siguiente:

- ❖ En relación a la altura de planta especie achicoria al nivel 2 (50 % de concentración) obtuvo una media de 32.01 cm siendo así, el resultado más sobresaliente de la investigación en la variable altura de planta, superando a la especie Llantén en dicho variable tomando en cuenta el efecto del fertilizante orgánico.

❖ En la variable ancho de hoja se concluye que la especie Achicoria al nivel 2 (50 % de concentración) presentó los resultados más sobresalientes, con una media de 7.73 cm, mientras que el mayor resultado que presentó la especie llantén al nivel 2 (50 % de concentración) fue un promedio de 3,21 cm.

❖ En relación al número de hojas se puede concluir que la especie que resaltó en esta variable fue la especie llantén que obtuvo el mayor resultado dando como media 9,33 hojas/planta, contando con el efecto del fertilizante al 50 % de concentración, mientras que la especie achicoria presentó resultados por debajo de la especie llantén con una media de 8,33 hojas /planta, lo cual no tiene mucha diferencia entre los resultados.

❖ En cuanto a la variable rendimiento de materia verde (húmeda), se concluye que existe diferencias entre las especies con respecto a la producción, teniendo un buen desarrollo la especie achicoria a comparación de la especie llantén tomando en cuenta el efecto de fertilizante orgánico, obteniendo como el rendimiento mayor (Achicoria al 50%) con promedio de 3,61 Kg/m², mientras que el mayor resultado obtenido por la especie llantén al 50 % de concentración (nivel 2) fue de 2,49 Kg/m² en promedio.

❖ Con respecto al rendimiento de materia seca se concluye el buen desarrollo de la especie achicoria con respecto a la especie llantén, dando a conocer como el mayor resultado con media de 0,63 Kg/m², el cual está conformado por la especie achicoria al 50% de concentración (nivel 2), mientras que el mayor resultado obtenido por la especie llantén obtuvo un promedio de 0,54 kg/m², siendo así la diferencia de casi 100gramos , una vez más se confirma el buen desarrollo de la especie achicoria en las condiciones agroclimáticas de la región, considerándolo como una alternativa positiva.

❖ En conclusión, el factor A (especies forrajeras) mediante los resultados obtenidos, se puede afirmar gracias a las variables de respuesta, que la achicoria presenta mejores características de desarrollo que el llantén dentro de las variables estudiadas, como ser porcentaje de emergencia, altura de planta, ancho de hoja, rendimiento de materia verde y de materia seca, se desarrolló de manera favorable a las condiciones de la región, razón por el cual se recomienda a la especie achicoria para una alternativa en cuestión de forraje ya que su ciclo es corto y proporciona resultados positivos.

❖ Por otra parte, se concluye para el factor B (niveles de té de humus de lombriz) de acuerdo a los resultados obtenidos, que el nivel 2 al 50 % de concentración de té de humus de lombriz es el más efectivo ya que pudo aumentar de gran manera las variables estudiadas como ser altura de planta, ancho de hoja y número de hojas, el cual pudo repercutir en los rendimientos de materia verde como también en materia seca en ambas especies, uno más que el otro, se puede decir que mientras mayor sea la concentración del fertilizante se obtendrá resultados favorables, se recomienda utilizar la dosis al 50 % de concentración del fertilizante orgánico en futuras investigaciones y/o producciones si se desea lograr producciones significativas.

❖ Para concluir, la variable económica beneficio costo (B/C) presenta como el resultado más rentable al tratamiento 3, conformador por la especie achicoria (factor A) al 50% de concentración (Factor B) de té de humus de lombriz, cabe destacar que su costo de producción no es el más alto, tiene el mejor ingreso bruto del estudio y además el precio de venta es superior al del llantén, que lo convierte como el más rentable hablando de la variable económica beneficio costo B/C.

8 RECOMENDACIONES

❖ Realizar análisis bromatológicos en estudios posteriores para determinar los beneficios nutricionales de los forrajes

❖ Aumentar la dosis del fertilizante orgánico para ver si se cumple con la correlación positiva

❖ Incrementar la frecuencia de aplicación del fertilizante orgánico para determinar si aumenta la producción de forrajes

9 BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J. D. (1987). *Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento en tres cultivares de trigo de primavera*. Tesis Lic. Ing. Agr. Cochabamba, BO, UMSS. 1- 17p
- Acosta, L, Brand, H. (1992). *Materias primas. Lombricultura, la alternativa ecológica para el futuro*. p. 19-39.
- Alarcon, R, A. (2009). *Aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de humus utilizando la lombriz roja californiana* (Tesis de grado).
- Apaza, M. (2008). *Efecto de la asociación de la avena, cebada y triticale con arveja, en tres densidades de siembra sobre la composición bromatológica del ensilaje*. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 17-58.
- Barrios y Ayala (1992). *Evaluación de cultivares de gramíneas forrajeras perennes en el llano central de la X Región*. Universidad Austral de Chile – Valdivia
- Biazzi, N.; Dawson, M.; Wakelin, D.; Buttery, J., (2010). *Effect of dietary tannin and protein concentration on nematode infection (*Trichostrongylus colubriformis*) in lambs*. J. Agric. Sci. 134, 89 – 99.
- Bollo, E. (2001). *Lombricultura, una Alternativa de Reciclaje*. Segunda edición Quito EC. p 158
- CABC, (2003). *Guide de Bonnes Pratiques en Culture de Chicorée Industrielle*. Centre Agricole Betteraves Chicorées (CABC). Disponible online em: http://www.irbabkbivb.be/fr/publications/overview/technical_guides/guide_bonnes_pratiques.pdf.
- Campos, A. (2005). *Cultivo de la vainita*. http://www.agrotecnologiatropical.com/el_cultivo_de_la_vainita.html.
- Camus Parra, M. (2005). *Producción de Festuca arundinacea, Lolium perenne y Dactylis glomerata asociado a Trifolium repens en el llano central de la región de la Araucanía*. Universidad de la Frontera Temuco - Chile.
- Canelas, L; Olivares, L; Osorio Kavay A.L; Faganja A.R. (2002). *Humicacids isolated from earthworm compost enhance root elongation lateral root emergence and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize root*. Rio de Janeiro, BR. p.130.

- Cantunta. (2015). *Pasture Cultivars. Pasture and forage manual*. pp: 39-41.
- Capistran, F., Aranda, D., Romero, J.C. (2004). *Manual de Reciclaje, Compostaje, y Lombricompostaje*. Instituto de ecología, A.C. Xalapa., Ver México. p. 155.
- Cardoso, J., (1965). *Os Solos de Portugal, sua Classificação, Caracterização, e Génese. Direcção Geral dos serviços Agrícolas*. Lisboa.
- Chillón, E. (1997). *Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas*. Edición C.I.D.T. La Paz, Bolivia. 35 p
- Choque V. J. (2008). *Producción de Humus de lombriz*. La Paz: CIPCA. p. 24
- Chowdhury, A.; Sharma, S.; Madal, S.; Goswami, A.; Mukhopadhyay, S.; Majumder, H., (2002). *Luteolin, an emerging anti-cancer flavonoid, poisons eukaryotic DNA topoisomerase I*. *Biochemical Journal* 366, 653–661.
- Delos, (2012). *Desarrollo local sostenible*. Cuba .2p.
- Duke, J.A., (1985). *Handbook of Medicinal Herbs*. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 386.
- Escariata, (2013). *Fertilizantes foliares* Disponible en <http://blogjardineria.com> visitado por última vez 6/3/2017.
- FAO (Organización para las Naciones Unidas y la Alimentación, IT) . (1986). *Guía de Fertilizantes y Nutrición Vegetal de Plantas*. Boletín Fertilizantes y Nutrición Vegetal. Roma, IT .198 p.
- FAO, (1990). *Proyecto de fertilizaciones*, Boletín N° 18 Santa Cruz – Bolivia, pág. 4- 5
- FAO. (2014) – *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and Productions*. Disponible online em <http://data.fao.org/database?entryId=262b79ca-279c-4517-93deee3b7c7cb553>
- Fernández, V; Hernández, X. (2006). *Producción de abono orgánico a partir de heces ovinas en Palma Gorda, Hidalgo: Cultivo de lombriz roja para producción de Abono orgánico*. (en línea). Consultado 5 de feb. 2013. Disponible en <http://www.ammveb.net/20CNB/memorias/pequenos/rumiantes/conferencias.htm>
- Franco, J., (1984). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). II. Chletraceae -Compositae*. *Sociedade Astória Lda*. Lisboa, 660 pp.

- Fraser, T.; Rowarth, J.; Knight, T., (1996). *Pasture Species Effect on Animal Performance*, *International Grassland Congress*, Session 29 – Grazing Management, vol. 2, pp. 23-24; ID NO 274. Disponible online em <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/2-29-023.pdf>
- Gamito, J., (2010). *A Cultura da Chicória para “Café” (Cichorium intybus L.) na Região do Ribatejo*. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Disponible online em <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/2471/1/TeseFinal.pdf>.
- Geler, A. (s.f.). *Lombrices: Compostadores*. (En línea). Consultado 28 set. 2013. Disponible en <http://www.compostadores.com>
- Gulentops, R.,(1994). *La cultura de la chicoree industrielle*. 1ère edition. Ministère de l’Agriculture. Service Information. Bruxelles
- Hernandez, G, (2022). “*Comportamiento agronómico y producción del llantén (plantago lanceolata l.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en ibarra-imbabura*” Ecuador
- Hernandez, G. (2022). “*Comportamiento agronómico y producción del llantén (plantago lanceolata l.), con dos tipos de fertilizantes para consumo animal, en ibarra-imbabura*”. tesis de grado. Ibarra-Ecuador.
- <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/3797/browse?type=author&value=Yana+Carlo%2C+Ruth+Aida>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), (1999). *Lombricultura y Abonos Orgánicos: Simposium Internacional de Lombricultura*. MX. p. 20-40.
- INE – Instituto Nacional de Estatística, (2009). *Recenseamento agrícola*. Disponible online em http://ra09.ine.pt/xportal/xmain?xpid=RA2009&xpgid=ra_home.
- Infanta. (2014). *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de Puno 2009-2015*. Dirección Regional de Agricultura Puno, Oficina de Planificación Agraria
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2011). *Elaboración de humus sólido y líquido a partir de la lombriz roja californiana Eisenia foetida*.(en línea).Chiapas. MX. Desplegable para productores Num. 07. Consultado el 10 oct. 2013. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx>.

- Kirk, W.; Rojas, A.; Tumbalam, P.; Gachango, E.; Wharton, P.; Abu-El Samen, F.; Douches, D.; Coombs, J.; Thill, C.; Thompson, A., (2010). *Effect of different genotypes of Phytophthora infestans (Mont. de Bary) and temperature on tuber disease development*. Source: Michigan Potato Diseases Report. Disponível online em <http://www.potatodiseases.org/pdf/Tuber-late-blight-research-2010.pdf>
- Labrador, M. J. (2001). *La Materia Orgánica en los Agro sistemas*. Ediciones MundiPrensa. Barcelona, ES. p. 68-70
- Laine, L., (2003). *First report of Phomopsis subordinaria in a natural population of Plantago lanceolata in south-west Finland*. Plant Pathology Volume 52, Issue 3, page 422. Disponível online em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3059.2003.00844.x/citedby>
- Liga Portuguesa para a proteção da Natureza, (2014). *Clima mediterrânico*. Disponível online em <http://lpn.pt/>.
- Locascio, A.; Lucchin, M; Varotto, S., (2009). *Characterization of a mads flowering locus sequence in Cichorium intybus: a comparative study of CiMFL and AtFLC reveals homologies and divergences in gene function*. New Phytologist, 182: 630 – 643.
- Martins, F.; Pinho, O.; Ferreira, I., (2004). *Alimentos funcionais: conceitos, definições, aplicações e legislação, Artigo em Revista Científica Nacional*. Disponível online em <http://repositorioaberto.up.pt/handle/10216/52634>.
- Méndez, F. (1993). *Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar*. Consultado el 15 de febrero 2004.
- Méndez, O. (2012). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz*. Chiapas. México.
- Moloney, S.C.; Milne, G.D., (1993). *Establishment and management of Grasslands Puna chicory used as a specialist, high quality forage herb*. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 55: 113-118 (1993) 113. Disponível online em http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_806.pdf.
- Moltalvo, B. (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”*. Tesis de grado. Espejo - El Ángel – Carchi-Ecuador.

- Montalvo, B, (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*” Ecuador.
- Moot, J.; Scott, R.; Roy, M; Nicholls, C., (2000). *Base temperature and thermal time requirements for germination and emergence of temperate pasture species*, New Zealand Journal of Agricultural Research, 43: 1, 15 — 25.
- Moreno, G. y Rosas, S. (2012). *Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (Cichorium intybus) y llantén (Plantago lanceolata) para pastoreo*. Montevideo-Uruguay
- Mulabagal, V.; Haibo, W.; Ngouajio, Mathieu; Muraleedharan, G.,(2009). *Characterization and quantification of health beneficial anthocyanins in leaf chicory (Cichorium intybus) varieties*. European Food Research and Technology November 2009, Volume 230, Issue 1, pp 47-53.
- Neall, A; Anderson. (1996). *Herbal Medicines: A Guide for Health-Care Professionals*. London: The Pharmaceutical Press.
- Novo, M.C; Trani, P.E.; Minami, K. (2003). *Desempenho de três cultivares de almeirão sob cultivo protegido*. Hortic. Bras. vol.21, no.1, Brasília, Jan. /Mar. 2003 Print version ISSN 0102-0536, doi: 10.1590/S0102-05362003000100018.
- Núñez, S. J. (2000). *Fundamentos de Edafología*. Segunda Edición. Editorial EUNED. San José-CR. p. 117
- Ochoa. (2003). *Diseños Experimentales*. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 263 p.
- Pazola, Z., (1987). *The chemistry of chicory and chicory products beverages*. vol. 5, Related Beverages. Elsevier, London, pp. 19-57
- Pollock, M. (2003). *Enciclopedia del Cultivo de Frutas y Hortalizas*. Editorial Blume. p. 272.
- Sánchez, C.R. (2003). *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Ediciones Ripalme. Lima PE.p.135.
- Santinhos. (2014). *la evaluación agronómica de tres especies medicinales Cichorium intybus (achicoria), Plantago lanceolata (llantén) y Sanguisorba verrucosa con potencial uso en pastos*. Brasil
- Schmelzer, G, (2008). *Medicinal Plants – Volume I. PROTA Foundation*. Backhuys Publishers. Netherlands..

- Schuldt, M. (2004). *Lombricultura fácil*: El alimento de las lombrices. Madrid, ES. p. 35- 48.
- Schuldt, M. (2006). *Lombricultura*. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, ES. p. 13-15.
- Segade. (2006). *La lombricultura. Manual de lombricultura práctica*. (en línea). Consulta: 6 de feb. 2012. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/dat.pl?cl=c&n.htm>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, (2007). *Boletín Climatológico*. Consultado 20 mayo 2013. Disponible en <http://www.senamhi.gov.bol/metereologia/climatologia.hph>.
- Soto, G. (2003). *Abonos orgánicos*: El proceso de compostaje. Taller de abonos Orgánicos (en línea). Consultado Mar. 2013. Disponible en <http://www.catie.ac.cr//version%20electronica%20memoria.htm>
- Stewart, A., (1996). *Plantain (Plantago lanceolata) – a potential pasture species*. Disponível online em http://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_658.pdf.
- Stock, J, (1885). *Book Deutschlands Flora in Abbildungen*. Disponível online em <http://www.biolib.de>.
- Thomé, O., (1885). *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Gera, Germany*. Disponível online em http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illustration_Sanguisorba_minor0.jpg.
- Universidad Mayor de San Andrés (2016). *Facultad de Ciencias Puras y Naturales Instituto de Ecología Laboratorio de Calidad Ambiental*. La Paz-Bolivia
- Van Hee, L., (1990). *La chicorée pour la production d'inuline, des sucres de fruits e de fructose*. Agricontact, nº 216, Avril. Bruxelles. 5 p.
- Villaalba, (s/f). *Lombricultura Estudiante de agronomía de la sede Universidad Nacional del Caaguazú – Facultad Ciencias de Producción*. disponible en <http://www.monografias.com/trabajos83/la-lombricultura/lalombricultura.shtmlixzz3l18Cq8OQ>
- Yana, R. (2021). *Evaluación de la producción orgánica de cinco variedades de zanahoria (daucus carota l.), bajo ambiente atemperado en la estación experimental Patacamaya*. Tesis de grado. La Paz – Bolivia.

10. ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos del servicio nacional de meteorología e hidrología 2022

| Meses | Precipitación (mm) | T° Max | T° Min |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|
| Noviembre (2021) | 27 | 24,5 | -2,5 |
| Diciembre (2021) | 120 | 24,8 | 2 |
| Enero (2022) | 95,6 | 23 | 1,8 |
| Febrero (2022) | 74,3 | 21,3 | -2,8 |
| Marzo (2022) | 61 | 21 | -1,5 |
| Abril (2022) | 36,5 | 23,5 | -1,7 |
| Mayo (2022) | 0 | 21 | -3,2 |
| Junio (2022) | 5 | 20 | -4,3 |

Anexos 2. Memorias de datos de precipitación de 2011-2020 Senamhi 2022

| PP | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| 2011 | 0,00 | 49,60 | 25,10 | 153,90 | 65,00 | 0,00 | 3,80 | 0,00 |
| 2012 | 7,20 | 57,00 | 69,80 | 76,30 | 18,10 | 19,50 | 0,00 | 0,00 |
| 2013 | 13,00 | 44,10 | 45,30 | 58,60 | 10,90 | 0,00 | 13,90 | 22,10 |
| 2014 | 10,00 | 44,30 | 105,40 | 25,60 | 29,10 | 6,70 | 8,60 | 0,00 |
| 2015 | 2,10 | 39,30 | 80,80 | 52,20 | 40,20 | 43,60 | 7,10 | 0,00 |
| 2016 | 50,60 | 47,80 | 71,60 | 88,90 | 0,00 | 32,30 | 0,00 | 17,80 |
| 2017 | 3,50 | 56,60 | 33,90 | 38,00 | 52,00 | 22,40 | 54,30 | 0,00 |
| 2018 | 10,50 | 33,60 | 77,00 | 89,10 | 17,20 | 0,00 | 0,00 | 20,50 |
| 2019 | 5,60 | 57,00 | 38,10 | 97,70 | 3,70 | 21,20 | 1,80 | 3,80 |
| 2020 | 64,00 | 9,80 | 58,90 | 103,80 | 53,50 | 5,00 | 0,00 | 0,00 |
| Promedio | 16,65 | 43,91 | 60,59 | 78,41 | 28,97 | 15,07 | 8,95 | 6,42 |

Anexo 3. Cuadro detallado de beneficio costo

| Costo por tratamiento 6 (nivel 2) especie Llantén | | | | |
|---|--------|----------|---------------------|------------------|
| Rubros | Unidad | Cantidad | Costo unitario (Bs) | Costo Total (Bs) |
| INSUMOS | | | | |
| Semilla | Gramos | 650 | 140 | 140 |
| Te de humus de lombriz | Litros | 23 | 10 | 230 |
| sub total | | | | 370 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| Trazado de parcelas | Jornal | 1 | 80 | 80 |
| Siembra | Jornal | 1 | 80 | 80 |
| Aplicación de foliares | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| Control de malezas | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| Cosecha | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| sub total | | | | 880 |
| MATERIALES | | | | |
| Estacas | unidad | 24 | 3 | 72 |
| Cuadrantes 30*30 cm | unidad | 3 | 10 | 30 |
| Cintas | unidad | 5 | 8 | 40 |
| sub total | | | | 142 |
| TOTAL | | | | 1392 |

| Costo por tratamiento 3 (nivel 2) Especie Achicoria | | | | |
|---|--------|----------|---------------------|------------------|
| Rubros | Unidad | Cantidad | Costo unitario (Bs) | Costo Total (Bs) |
| INSUMOS | | | | |
| Semilla de Achicoria | Gramos | 600 | 126 | 126 |
| Te de humus de lombriz | Litros | 23 | 10 | 230 |
| sub total | | | | 356 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| Trazado de parcelas | Jornal | 1 | 80 | 80 |
| Siembra | Jornal | 1 | 80 | 80 |
| Aplicación de foliares | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| Control de malezas | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| Cosecha | Jornal | 3 | 80 | 240 |
| sub total | | | | 880 |
| MATERIALES | | | | |
| Estacas | unidad | 24 | 3 | 72 |
| Cuadrantes 30*30 cm | unidad | 3 | 10 | 30 |
| Cintas | unidad | 5 | 8 | 40 |
| sub total | | | | 142 |
| TOTAL | | | | 1378 |

| Beneficios | Precio por Kg | Rendimiento por m2 (Kg) | Área por tratamiento | Ingreso bruto (Bs) |
|------------|---------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| T1 | 24 | 1,54 | 42 | 1552,32 |
| T2 | 24 | 2,80 | 42 | 2822,4 |
| T3 | 24 | 3,61 | 42 | 3638,88 |
| T4 | 20 | 1,18 | 42 | 991,2 |
| T5 | 20 | 1,86 | 42 | 1562,4 |
| T6 | 20 | 2,49 | 42 | 2091,6 |

Anexo 4. Memoria de cálculos de ANVAS

ALTURA DE PLANTA

| ESPECIE | NIVEL | ALTURA | BLOQUE |
|-----------|---------|--------|--------|
| Achicoria | Testigo | 20,72 | I |
| Achicoria | Testigo | 21,08 | II |
| Achicoria | Testigo | 22,62 | III |
| Achicoria | Nivel 1 | 24,62 | I |
| Achicoria | Nivel 1 | 26,36 | II |
| Achicoria | Nivel 1 | 25,02 | III |
| Achicoria | Nivel 2 | 32,34 | I |
| Achicoria | Nivel 2 | 31,52 | II |
| Achicoria | Nivel 2 | 32,18 | III |
| Llantén | Testigo | 19,12 | I |
| Llantén | Testigo | 19,12 | II |
| Llantén | Testigo | 18,44 | III |
| Llantén | Nivel 1 | 20,92 | I |
| Llantén | Nivel 1 | 21,36 | II |
| Llantén | Nivel 1 | 20,84 | III |
| Llantén | Nivel 2 | 28,36 | I |
| Llantén | Nivel 2 | 27,96 | II |
| Llantén | Nivel 2 | 28,84 | III |

ANCHO DE HOJA

| ESPECIE | NIVEL | ANCHO DE HOJA | BLOQUE |
|-----------|---------|---------------|--------|
| Achicoria | Testigo | 5,84 | I |
| Achicoria | Testigo | 5,80 | II |
| Achicoria | Testigo | 5,80 | III |
| Achicoria | Nivel 1 | 6,28 | I |
| Achicoria | Nivel 1 | 6,38 | II |
| Achicoria | Nivel 1 | 6,32 | III |
| Achicoria | Nivel 2 | 7,92 | I |
| Achicoria | Nivel 2 | 7,76 | II |
| Achicoria | Nivel 2 | 7,50 | III |
| Llantén | Testigo | 2,84 | I |
| Llantén | Testigo | 2,84 | II |
| Llantén | Testigo | 2,84 | III |
| Llantén | Nivel 1 | 2,96 | I |
| Llantén | Nivel 1 | 3,00 | II |
| Llantén | Nivel 1 | 3,04 | III |
| Llantén | Nivel 2 | 3,22 | I |
| Llantén | Nivel 2 | 3,18 | II |
| Llantén | Nivel 2 | 3,24 | III |

NUMERO DE HOJAS

| ESPECIE | NIVEL | # DE HOJAS | BLOQUE |
|-----------|---------|------------|--------|
| Achicoria | Testigo | 7 | I |
| Achicoria | Nivel 1 | 7 | I |
| Achicoria | Nivel 2 | 8 | I |
| Llantén | Testigo | 8 | I |
| Llantén | Nivel 1 | 8 | I |
| Llantén | Nivel 2 | 9 | I |
| Achicoria | Testigo | 7 | II |
| Achicoria | Nivel 1 | 8 | II |
| Achicoria | Nivel 2 | 8 | II |
| Llantén | Testigo | 8 | II |
| Llantén | Nivel 1 | 9 | II |
| Llantén | Nivel 2 | 10 | II |
| Achicoria | Testigo | 6 | III |
| Achicoria | Nivel 1 | 6 | III |
| Achicoria | Nivel 2 | 9 | III |
| Llantén | Testigo | 7 | III |
| Llantén | Nivel 1 | 8 | III |
| Llantén | Nivel 2 | 9 | III |

PESO DE MATERIA VERDE

| ESPECIE | NIVEL | PESO HUMEDA (gr) | BLOQUE |
|-----------|---------|------------------|--------|
| Achicoria | Testigo | 154 | I |
| Achicoria | Nivel 1 | 264 | I |
| Achicoria | Nivel 2 | 329 | I |
| Llantén | Testigo | 91 | I |
| Llantén | Nivel 1 | 169 | I |
| Llantén | Nivel 2 | 228 | I |
| Achicoria | Testigo | 137 | II |
| Achicoria | Nivel 1 | 241 | II |
| Achicoria | Nivel 2 | 316 | II |
| Llantén | Testigo | 108 | II |
| Llantén | Nivel 1 | 160 | II |
| Llantén | Nivel 2 | 210 | II |
| Achicoria | Testigo | 126 | III |
| Achicoria | Nivel 1 | 252 | III |
| Achicoria | Nivel 2 | 331 | III |
| Llantén | Testigo | 119 | III |
| Llantén | Nivel 1 | 174 | III |
| Llantén | Nivel 2 | 235 | III |

PESO DE MATERIA SECA

| ESPECIE | NIVEL | PESO SECO (gr) | BLOQUE |
|-----------|---------|----------------|--------|
| Achicoria | Testigo | 27,0 | I |
| Achicoria | Nivel 1 | 46,3 | I |
| Achicoria | Nivel 2 | 57,6 | I |
| Llantén | Testigo | 20,0 | I |
| Llantén | Nivel 1 | 37,2 | I |
| Llantén | Nivel 2 | 50,2 | I |
| Achicoria | Testigo | 24,0 | II |
| Achicoria | Nivel 1 | 42,2 | II |
| Achicoria | Nivel 2 | 55,4 | II |
| Llantén | Testigo | 23,8 | II |
| Llantén | Nivel 1 | 35,2 | II |
| Llantén | Nivel 2 | 46,2 | II |
| Achicoria | Testigo | 22,1 | III |
| Achicoria | Nivel 1 | 44,2 | III |
| Achicoria | Nivel 2 | 58,0 | III |
| Llantén | Testigo | 26,2 | III |
| Llantén | Nivel 1 | 38,3 | III |
| Llantén | Nivel 2 | 51,7 | III |

Anexo 5. Archivo fotográfico del estudio: “Evaluación agronómica de dos especies forrajeras achicoria (*Cichorium intybus*) y llantén (*Plantago lanceolata*) a diferentes niveles de té de humus de lombriz en la estación Experimental Patacamaya del departamento de La Paz “Llevada a cabo entre diciembre a abril de 2022.



Fotografía 1. Semilla de achicoria



Fotografía 2. Semilla de llantén



Fotografía 3. Sembrado de semilla



Fotografía 4. Cuadros de madera 30*30cm



Fotografía 5. Emergencia de plántulas



Fotografía.6 crecimiento de plántulas



Fotografía 7.
Preparación y cálculo del fertilizante



Fotografía 8. Aplicación del fertilizante



Fotografía 9. Desarrollo de las especies



Fotografía 10. Fauna de la parcela



Fotografía 11. Achicoria antes de cosecha



Fotografía 12. Llantén antes de cosecha



Fotografía 13. Cosecha de recuadros



Fotografías 14. Pesado de muestra



Fotografía 15. Secado de muestras



Fotografía 16. Cosecha total de parcela