



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO FORRAJERO DE  
CUARENTA Y SEIS VARIEDADES DE PASTOS CULTIVADOS EN  
LA ZONA AGROECOLOGICA SUNI EN HUANCANE - PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. EDIL CRISTHIAN ZAMBRANO LIPA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO - PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO FORRAJERO DE CUARENTA Y SEIS VARIEDADES DE PASTOS CULTIVADOS EN LA ZONA AGROECOLÓGICA SUNI EN HUANCANE - PUNO**

AUTOR

**EDIL CRISTHIAN ZAMBRANO LIPA**

RECuento DE PALABRAS

**14237 Words**

RECuento DE CARACTERES

**77550 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**87 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 23, 2024 8:13 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 23, 2024 8:14 AM GMT-5**

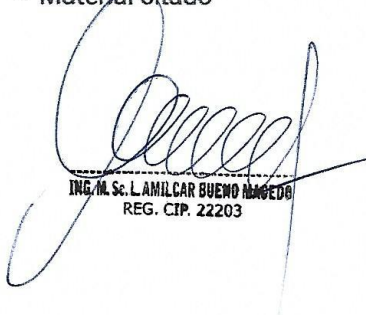
### ● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.


- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



ING. M. Sc. L. AMILCAR BUENO INCEDO  
REG. CIP. 22203

U. B.   
Director del Sub. Académico de la U. B.  
Cod. 82001-  
Dr. Manuel A. Cello Huancane P.

Resumen



## DEDICATORIA

Ante todo, dedico el presente trabajo como parte del transcurrir de mi vida: Con mucho respeto a DIOS quien, a pesar de mis debilidades, me fortalece y me guía, en el recorrer de esta vida.

Con eterna gratitud y reconocimiento a mis padres: Rosa y Edgar por su infalible esfuerzo y apoyo incondicional hasta haber hecho realidad la culminación de mi carrera profesional.

Con sinceridad agradezco a mis docentes que compartieron sus conocimientos y me inculcaron sus buenos consejos.

Y con mucho afecto a mis estimados hermanos Imer y Yenny quienes me apoyaron, alentaron y contribuyeron en los momentos más exhaustos de mi vida universitaria

*Edil Cristhian*



## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento Profundo:

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme impartido sus sabias enseñanzas para mi formación; personal y profesional. Y así mismo al personal administrativo por el apoyo y comprensión brindado durante mi permanencia en la ciudad universitaria.

Al Ing. Luis Amílcar BUENO MACEDO, por su magnífica dirección, apoyo desinteresado y responsabilidad en la realización del presente trabajo de investigación.

*Edil Cristhian*



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>17</b>
2.1.1. Internacionales .....	17
2.1.2. Nacionales.....	18
2.1.3. Regionales.....	20
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Forraje.....	21
2.2.3. Generalidades de los pastos cultivados.....	23
2.2.4. Manejo agronómico de los pastos cultivados .....	35



2.2.2. Evaluación económica .....	36
2.2.2.1. Costos .....	36
2.2.2.2. Rentabilidad.....	36
<b>2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....</b>	<b>37</b>
2.3.1. Forraje.....	37
2.3.2. Cultivar .....	37
2.3.3. Producción .....	37
2.3.4. Rendimiento.....	37
2.3.5. Rentabilidad.....	37
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>39</b>
3.2.1. Material biológico.....	39
3.2.2. Materiales de campo y gabinete .....	39
3.2.3. Materiales de escritorio.....	39
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>39</b>
3.4.1. Muestra .....	39
<b>3.4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>40</b>
3.4.1. Características del campo experimental .....	40
3.4.2. Diseño de la parcela experimental.....	41
3.4.1. Determinar el rendimiento de biomasa forrajera verde y materia seca. .....	45
3.4.2. Estimar el costo de producción y rentabilidad de las variedades forrajeros en estudio. ....	46



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. ALTURA DE PLANTA, DENSIDAD DE PLANTAS Y COBERTURA VEGETAL DE 46 VARIEDADES FORRAJERAS.....</b>	<b>48</b>
4.1.1. Altura de planta.....	48
4.1.2. Densidad de la planta.....	54
4.1.3. Cobertura vegetal.....	58
<b>4.2. RENDIMIENTO DE BIOMASA FORRAJERA VERDE Y MATERIA SECA 46 CULTIVARES EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA SUNI.....</b>	<b>63</b>
4.2.1. Rendimiento de biomasa de materia verde.....	63
4.2.2. Rendimiento de materia seca.....	69
<b>4.3. ESTIMAR EL COSTO DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE LAS VARIEDADES FORRAJEROS EN ESTUDIO. ....</b>	<b>72</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

**Área:** Manejo de pastizales

**Línea:** Mejoramiento de pisos forrajero

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 25 de julio del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Taxonomía del <i>Lolium multiflorum</i> .....	24
<b>Tabla 2</b> Taxonomía del <i>Festulolium perenne</i> .....	25
<b>Tabla 3</b> Taxonomía del <i>Festuca arundinacea</i> .....	26
<b>Tabla 4</b> Taxonomía del <i>Lolium perenne</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> Taxonomía del <i>Phalaris</i> .....	29
<b>Tabla 6</b> Taxonomía del <i>Dactylis glomerata</i> .....	30
<b>Tabla 7</b> Taxonomía del <i>Lolium hybridum</i> .....	32
<b>Tabla 8</b> Taxonomía del <i>Brassica napus</i> .....	33
<b>Tabla 9</b> Taxonomía del <i>Cichorium intybus</i> .....	34
<b>Tabla 10</b> Variedades forrajeras a considerar.....	43
<b>Tabla 11</b> Significancia de los análisis de varianza de efecto principal y por sección, para altura de planta, densidad de plantas y cobertura vegetal .....	48
<b>Tabla 12</b> Comparación múltiple de promedios de Tukey según familias para altura de planta, densidad de plantas y cobertura vegetal.....	49
<b>Tabla 13</b> Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta de especies forrajeras para cada familia .....	50
<b>Tabla 14</b> Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta según variedades y especies forrajeras para las familias Asteraceae, Brasicaceae y Fabaceae.....	51
<b>Tabla 15</b> Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae.....	52
<b>Tabla 16</b> Comparación múltiple de promedios de Tukey densidad de plantas según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae.....	57





<b>Tabla 17</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey para cobertura vegetal según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae.....	62
<b>Tabla 18</b>	Significancia de los análisis de varianza de efecto principal y por sección, para biomasa de materia verde y rendimiento de MS .....	64
<b>Tabla 19</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey según familias para producción de materia verde y rendimiento de MS .....	64
<b>Tabla 20</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey para materia verde de especies forrajeras para cada familia.....	65
<b>Tabla 21</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia verde y MS según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae .....	66
<b>Tabla 22</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia verde según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae .....	68
<b>Tabla 23</b>	Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia seca según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae .....	71
<b>Tabla 24</b>	Costos de producción y rentabilidad de las variedades forrajeras .....	73
<b>Tabla 25</b>	Análisis de varianza para altura de planta.....	82
<b>Tabla 26</b>	Análisis de varianza para densidad de planta .....	82
<b>Tabla 27</b>	Análisis de varianza para cobertura vegetal.....	82
<b>Tabla 28</b>	Análisis de varianza para materia verde .....	82
<b>Tabla 29</b>	Análisis de varianza para la producción de materia seca.....	82



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Consumo de forraje por el ganado.....	23
<b>Figura 2</b> Rye grass italiano ( <i>Lolium multiflorum</i> ).....	24
<b>Figura 3</b> Festuca ( <i>Festulolium perenne</i> ) .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Festuca arundinacea</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Lolium perenne</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Phalaris</i> .....	29
<b>Figura 7</b> Pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> ).....	31
<b>Figura 8</b> Rye grass hibrido ( <i>Lolium hybridum</i> ).....	32
<b>Figura 9</b> <i>Brassica napus</i> .....	33
<b>Figura 10</b> Achicoria forrajera ( <i>Cichorium intybus</i> ) .....	34
<b>Figura 11</b> Mapa de ubicación de la zona en estudio .....	38
<b>Figura 12</b> Croquis del campo experimental .....	42
<b>Figura 13</b> Densidad de plantas según familias forrajeras .....	54
<b>Figura 14</b> Densidad de plantas según especies forrajeras .....	55
<b>Figura 15</b> Densidad de plantas según variedades para las familias Plantaginaceae, Asteraceae, Brasicasea y Fabaceae .....	56
<b>Figura 16</b> Cobertura vegetal según familias forrajeras .....	59
<b>Figura 17</b> Cobertura vegetal según especies forrajeras.....	60
<b>Figura 18</b> Densidad de plantas según variedades para las familias Plantaginaceae, Asteraceae, Brasicasea y Fabaceae .....	61
<b>Figura 19</b> Preparativos en la parcela para la siembra de variedades forrajeras. ....	83
<b>Figura 20</b> Crecimiento de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales y evaluación de altura de planta .....	83



<b>Figura 21</b>	Identificación de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales	84
<b>Figura 22</b>	Identificación de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales	84
<b>Figura 23</b>	Pesaje de las variedades forrajeras en una balanza analítica y preparación de muestras para la obtención de materia seca.....	85



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>MV</b>	: Materia verde
<b>MS</b>	: Materia seca
<b>Cm</b>	: Centímetros
<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	: Kilogramo por metro cuadrado
<b>Plantas/m<sup>2</sup></b>	: Plantas por metro cuadrado
<b>%</b>	: Porcentaje



## RESUMEN

El presente estudio se realizó para abordar el problema de la escasez de alimentos para el ganado en el altiplano puneño durante los períodos de estiaje, lo que provoca altas tasas de mortalidad, especialmente entre las crías. El objetivo principal fue evaluar la biomasa de las variedades forrajeras, en la zona agroecológica suni de la comunidad campesina de San Salvador. Así mismo, los datos se recolectaron mediante la preparación de la tierra, el cultivo y la cosecha de la biomasa forrajera, seguidamente se evaluó la altura de planta, densidad de plantas y la cobertura vegetal de 46 variedades. Además, se determinó el rendimiento de biomasa verde y seca para cada variedad. Finalmente, se estimaron los costos de producción y la rentabilidad. Los resultados que se obtuvieron de la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus*, presente un mejor comportamiento agronómico; con 29.30cm de altura, 63plantas/m<sup>2</sup> de densidad; y 90% de cobertura vegetal; con un rendimiento de biomasa de materia verde de 904.52kg/m<sup>2</sup>, y 468.20kg/m<sup>2</sup> de rendimiento de biomasa de materia seca; siendo superior en comparación a las demás variedades; y presentando un costo de producción de S/. 91.08 con una rentabilidad de 414.07%. Concluyendo que la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus*, presento un mejor comportamiento agronómico en altura, densidad, cobertura, rendimiento en biomasa de materia verde y seca, y una adecuada rentabilidad en comparación a las demás variedades, todo ello en condiciones agroecológicas de la zona suni de la región puno.

**Palabras clave:** Rendimiento forrajero, Variedades, Pastos cultivados, Suni, Huancané



## ABSTRACT

The present study was conducted to address the problem of feed shortage for livestock in the Puna highlands during the dry periods, which causes high mortality rates, especially among calves. The main objective was to evaluate the biomass of forage varieties in the Suni agroecological zone of the rural community of San Salvador. Data were collected through land preparation, cultivation and harvesting of forage biomass, followed by evaluation of plant height, plant density and plant cover of 46 varieties. In addition, green and dry biomass yields were determined for each variety. Finally, production costs and profitability were estimated. The results obtained for the variety Groundhog of the species *Raphanus satibus*, present a better agronomic behavior; with 29.30cm of height, 63plants/m<sup>2</sup> of density; and 90% of vegetal cover; with a yield of green matter biomass of 904.52kg/m<sup>2</sup>, and 468.20kg/m<sup>2</sup> of dry matter biomass yield; being superior in comparison to the other varieties; and presenting a production cost of S/. 91.08 with a profitability of 414.07%. Concluding that the variety Groundhog of the species *Raphanus satibus*, presented a better agronomic behavior in height, density, coverage, yield in biomass of green and dry matter, and an adequate profitability in comparison to the other varieties, all this in agroecological conditions of the Suni zone of the Puno region.

**Keywords:** Forage yield, varieties, cultivated pasture, suni, Huancané



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la mayor parte de la población ganadera se concentra en la sierra, con un 73.2% de ganado vacuno, 94.2% de ganado ovino y el 100% de camélidos sudamericanos (Giusti et al., 2018). Esta ganadería se alimenta principalmente de recursos forrajeros de baja producción en materia seca, debido a la deficiencia en el manejo y la limitada implementación de pastos y forrajes (Prudencio et al., 2020). Una alternativa viable para estas zonas, caracterizadas por un relieve complejo y accidentado, es el cultivo de pastos para corte, un recurso de bajo costo que incrementa la productividad de los animales al disminuir el desperdicio observado bajo un sistema de pastoreo (González Blanco et al., 2018).

La importancia de los pastos cultivados en zonas alto andinas se considera una herramienta para mejorar la calidad del alimento, mejorar la eficiencia del uso de agua y nutrientes (Terroba et al., 2024); estos pastos se desarrollan en secano, dependen únicamente de las lluvias y un factor importante es el mantenimiento de estos pastos (Cichota et al., 2020).

Así mismo en la región de Puno, es considerada una zona agroecológica con aptitud ganadera, ante ello los cultivos forrajeros son importantes para abastecer de alimentos al ganado en época de estiaje; sin embargo, en estos últimos años se observa la demanda creciente de forraje por parte de los productores (Bustinza, 2018); ahondando todo ello año tras año hay una falta de forraje principalmente en esta última campaña agrícola; todo ello provocado por las sequías; producto del cambio climático.



Por todo lo descrito, se hace necesario buscar alternativas de producción de forraje, que permita tener disponible forraje durante todo el año; en tal sentido, la producción de forraje se convierte en una necesidad para los ganaderos de la región Puno, por lo cual, se propicia el desarrollo del presente trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la biomasa de las variedades forrajeras, en la zona agroecológica suni de la comunidad campesina de San Salvador.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la biomasa de las variedades forrajeras, en la zona agroecológica suni de la comunidad campesina de San Salvador.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar, la altura de planta, densidad de plantas y la cobertura vegetal de las variedades forrajeras en el periodo de producción forrajera por corte.
- Determinar el rendimiento de biomasa forrajera verde y materia seca en los cultivares en condiciones agroecológicas de la zona suni.
- Estimar el costo de producción y rentabilidad de las variedades forrajeras en estudio.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Internacionales

Evaluaron el rendimiento y la calidad nutricional de los pastizales después de aplicar diferentes dosis de fertilizantes calcáreos, fosfóricos y potásicos. Utilizando un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, se evaluaron doce tratamientos de fertilización. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en términos de rendimiento de biomasa, proteína bruta (PB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Los tratamientos T5, T8, T9 y T10 mostraron los mejores rendimientos de biomasa, aunque los niveles de PB fueron bajos en general (menos del 8%). A pesar de las precipitaciones, el rendimiento y la calidad nutricional de los pastos fueron bajos, reflejando las características naturales de la región (Olivera-castro et al., 2022).

Evaluaron el rendimiento y la calidad del forraje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a diferentes edades de corte. Utilizando un diseño experimental completamente aleatorio con seis repeticiones, se realizaron muestreos a los 73, 86, 100 y 114 días después del riego de rebrote (DDRR). Se midieron el rendimiento de forraje fresco (FF) y seco (FS), proteína cruda (PC) y entre otros parámetros. Los rendimientos más altos de FF (232.5 t/ha) y FS (39.0 t/ha) se obtuvieron a los 100 DDRR, mientras que la PC más alta (9.1%) se registró a los 73 DDRR. Las FDN (76.3%), FDA (51.7%) y CE (42.6%) aumentaron con el tiempo, reduciendo la DIVMS (50.3%). Se recomienda cosechar el forraje de



maralfalfa a los 80 DDDR para lograr un mejor balance entre rendimiento y calidad (Nava Berumen et al., 2021).

Evaluaron el desarrollo fenológico y la producción de biomasa del pasto maralfalfa mediante dos técnicas de establecimiento (estaqueada y cruzada), diferentes dosis de fertilización nitrogenada (100, 150, 200 kg de urea/ha) y dos edades de corte (60 y 90 días). Utilizando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial  $2 \times 3 \times 2$ . El contenido de proteína del forraje fue similar entre tratamientos (10.25-11.38%). En cuanto a las cenizas del forraje, la mejor combinación fue siembra cruzada con 150 kg de urea/ha. El pasto maralfalfa mostró buen crecimiento, pudiendo alcanzar hasta más de 100 t/ha por ciclo cuando se establece mediante estacas (Castillo Aguilar et al., 2019).

### **2.1.2. Nacionales**

Evaluó cuatro especies a los 60 días después de la siembra en parcelas de 3 m x 1.2 m (3.6 m<sup>2</sup>) dentro de un área experimental de 199.2 m<sup>2</sup>, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (*Morus nigra* "Morera"), T2 (*Erythrina* sp "Amasisa"), T3 (*Tithonia diversifolia* "Botón de oro") y T4 (*Gliricidia sepium* "Mata ratón"). El tratamiento T3 (*Tithonia diversifolia* "Botón de oro") mostró el mejor rendimiento, con una altura promedio de planta de 1.76 m, materia verde de 2.14 kg/m<sup>2</sup> y materia seca de 0.43 kg/m<sup>2</sup>. En términos de cobertura, T3 obtuvo un 91.33%, seguido de T4 con 87.83% y T2 con 85.17%. El rendimiento forrajero de T3 fue el más alto, alcanzando 21,433.33 kg/ha a los 60 días después de la siembra (Sajami, 2022).



Evaluaron el rendimiento forrajero y la calidad nutricional de pastos a diferentes densidades de siembra. Usando un diseño completamente al azar, se midieron la materia verde (MV), la materia seca (MS) y su porcentaje, así como variables nutricionales: %PT (proteína total), %FDN (fibra detergente neutro), %FDA (fibra detergente ácido), %Ca (calcio) y %P (fósforo). Los resultados de rendimiento forrajero mostraron que el tratamiento 1 tuvo 3.54 kg/m<sup>2</sup> MV y 0.68 kg/m<sup>2</sup> MS; el tratamiento 2 tuvo 2.61 kg/m<sup>2</sup> MV y 0.72 kg/m<sup>2</sup> MS; el tratamiento 3 tuvo 3.07 kg/m<sup>2</sup> MV y 0.98 kg/m<sup>2</sup> MS. Se concluyó que el tratamiento 4 mostró contenidos aceptables de fibra para la alimentación de ovinos (Arias Arredondo et al., 2021).

Evaluaron el rendimiento y el valor nutritivo de las variedades Criolla y Mantaro-15. Utilizando un diseño de bloques completamente al azar, se midieron los rendimientos de materia verde (MV), materia seca (MS) y porcentaje de materia seca (%MS). Los resultados mostraron que la avena Mantaro-15 tuvo un mayor rendimiento forrajero con 21,067 kg/ha de MV y 3,215 kg/ha de MS, comparado con la avena Criolla que tuvo 14,456 kg/ha de MV y 2,423 kg/ha de MS. Se concluye que la avena Mantaro-15 ofrece mejores rendimientos forrajeros y una mejor calidad de fibra, cubriendo los requerimientos nutricionales de los ovinos en ambas variedades (Arias Arredondo et al., 2021).

Evaluaron el comportamiento productivo y la calidad forrajera de tres especies: *Pennisetum sp.* (maralfalfa), *Pennisetum purpureum Schum* (pasto camerún) y *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* (king grass). Se utilizaron 120 semillas vegetativas por especie, sembradas a una densidad de 40,000 plantas/ha, realizando un corte de uniformización a los 160 días post siembra. Usando un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis



repeticiones, los resultados mostraron que maralfalfa y king grass tuvieron los mejores porcentajes de prendimiento. Así mismo, el pasto camerún es recomendado para la zona evaluada por su mayor rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento, con la maralfalfa como una buena alternativa debido a sus excelentes características agronómicas (Prudencio et al., 2020).

### 2.1.3. Regionales

Evaluó la producción de forraje de trigo de invierno utilizando diferentes dosis de microorganismos eficaces (EM) como estrategia para disponer de forraje en invierno. Se empleó un diseño estadístico de Bloque Completo al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados mostraron que el tratamiento T2 tuvo el mejor desempeño, con una germinación del 90.35%, 9.22 macollos por planta, altura de 72.44 cm a los 163 días, y 341,033 plantas por hectárea, produciendo 9245 kg/ha de materia seca. Los costos de producción sin EM (T0) fueron de S/. 4837.99, mientras que T3, con mayor aplicación de EM, costó S/. 4927.9. La relación beneficio/costo fue de S/. 0.43 para T0 y S/. 0.95 para T2, con un costo unitario de 0.24 soles por kilogramo de forraje verde. La investigación concluye que la aplicación de EM aumenta la rentabilidad y la producción de forraje, especialmente con múltiples cortes anuales (Sucapuca, 2018).

Evaluó, comparó el desempeño productivo y la calidad forrajera de *Pennisetum sp.* (maralfalfa), *Pennisetum purpureum Schum* (pasto camerún) y *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* (king grass). Se emplearon 120 semillas vegetativas por especie, sembradas a una densidad de 40 mil plantas por hectárea, utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis



repeticiones. La maralfalfa y el king grass mostraron los mejores porcentajes de prendimiento que el pasto camerún. Basado en los resultados, se recomienda el pasto camerún como especie preferida para el cultivo en la zona evaluada, seguido por la maralfalfa como una alternativa viable debido a sus características agronómicas prometedoras (Pacco Cahuana, 2018).

Evaluó el rendimiento de biomasa de tres cultivares de avena bajo tres tipos de labranza mínima: Aradura y siembra, Rastrado y siembra, y Convencional (testigo). Utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA) factorial 3x3 con tres repeticiones, se encontró que el sistema de labranza Convencional favoreció el mayor rendimiento de biomasa en el cultivar INIA 904 Vilcanota I (4.60 kg/m<sup>2</sup> o 46,000 kg/ha), seguido por Aradura y siembra en INIA 902 La Africana (4.40 kg/m<sup>2</sup> o 44,000 kg/ha). En términos de rentabilidad económica, Aradura y siembra en el cultivar Negra local demostró la mayor rentabilidad (199.22%), seguida por Rastrado y siembra en el mismo cultivar (185.20%), mientras que el sistema Convencional en Negra local alcanzó el 100.61% de rentabilidad económica (Mamani, 2017).

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Forraje**

Se define al forraje como cualquier parte comestible no dañina de una planta, que tiene un valor nutritivo y que está disponible para ser consumida por los animales; una planta o parte de la planta tiene que llenar varios requisitos antes de que pueda ser considerada como forraje; el más importante de éstos, es la aceptabilidad por parte de los animales, la disponibilidad y su aporte de nutrientes (Castillo Aguilar et al., 2019); respecto a esta última condición, muchas de las



plantas consideradas como tóxicas o dañinas no pueden ser clasificadas como especies forrajeras porque ellas no proveen nutrientes cuando son consumidas, más bien en lugar de ello, causan trastornos, daño, y en ocasiones, la muerte (Farfán Loaiza & Farfán Tenicela, 2012).

La aceptabilidad es uno de los principales requisitos que las plantas o partes de ellas deben tener para ser clasificadas como forraje; hay muchas especies vegetales que no son consumidas por los animales aun cuando estas se estén muriendo de hambre; tales plantas no pueden ser clasificadas como especies forrajeras; esto es particularmente aplicable a ciertas partes de plantas, como es el caso de las especies leñosas y los cactus; el ganado no comerá aquellas partes toscas de tejido lignificado; muchas plantas arbustivas y leñosas son consideradas como especies forrajeras (*Margiricarpus pinnatus*), porque sus hojas, brotes tiernos y los frutos son comestibles (Bustinza, 2018).

La disponibilidad es otro buen criterio para clasificar las plantas; algunas plantas o sus partes que no pueden ser alcanzadas por los animales en pastoreo, especialmente por su altura excesiva, no pueden ser consideradas como forraje; esto también es aplicable a plantas que crecen en partes inaccesibles (Farfán Loaiza & Farfán Tenicela, 2012; Terroba et al., 2024).

### Figura 1

*Consumo de forraje por el ganado.*



Nota: la producción de pastos esta principalmente a la alimentación de animales zootécnicos. Fuente: (Chambi, 2022).

#### 2.2.2. Generalidades de los pastos cultivados

- **Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*)**

La planta es anual o bienal, de 40-120 mm., tallos lisos o ásperos hacia su extremo superior; hojas con lígula membranosa de 1-2 mm y aurículas. Inflorescencia en espiga; espiguillas con una sola gluma que cubre la mitad de la espiguilla (rara vez hasta 2/3), ésta generalmente con 11-22 flores (Calamullo, 2018). Así mismo, reúne las ventajas del rye grass, las características morfológicas que presenta son sumamente palatables, por lo que es necesario la rotación para controlar su desaparición se le utiliza como componente de pasturas de mediana y larga duración en nuestro medio, campos bien manejados permanece por 4 a 5 años (Mery Vivar et al., 2019). Su establecimiento es rápido y vigoroso, por lo que frecuentemente se le incluye en las mezclas con pastos perenes, con el objetivo de proporcionar rápidamente cubierta vegetal al suelo, y para pastoreos tempranos cuando se tiene urgencia de forraje. Su crecimiento es en matojos, pudiendo alcanzar en suelos fértiles de 60 a 70 cm de altura. Forma hojas anchas y brillantes que lo diferencian del rye grass que tiene hojas estrechas y erectas (Jean-Baptiste, 2023).



**Tabla 1**

*Taxonomía del Lolium multiflorum*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>Lolium multiflorum</i>

Nota: Orden taxonómico resumido. Fuente: Jean-Baptiste (2023).

**Figura 2**

*Rye grass italiano (Lolium multiflorum)*



Nota: descripción grafica. Fuente: Jean-Baptiste (2023).

- **Festuca (*Festulolium perenne*)**

Es una especie de alta versatilidad, soporta condiciones extremas de temperatura ambiente, es tolerante a periodos prolongados de sequía y anegamiento su rusticidad le permite soportar en mejor condición los ataques de plagas 22 y enfermedades y es capaz de sobrevivir bajo esquemas de pastoreos frecuentes, intensos y laxos; es una gramínea





perenne de crecimiento en matas altas y de raíces profundas, forma césped extendido cuando se le pastorea (Calamullo, 2018). Asimismo, sus hojas son anchas y largas, muy parecidas al rye grass italiano, pero más consistentes y duras; se establece lentamente, por lo que es necesario limpiar bien el terreno antes de sembrar; en nuestro país todavía no se tiene mayor información sobre su compatibilidad con leguminosas; en cambio, en EEUU, en cambio, se suele sembrar con trébol blanco “ladino” y con trébol rojo; en campos experimentales en el altiplano puneño se ha logrado buenos resultados sembrándolo con alfalfa para mantener la población de leguminosas en la pradera asociada es recomendable la fertilización con fosforo; se le puede utilizar perfectamente para pastoreo, aunque es necesario tener en cuenta que deben ser ligeros y rápidos, tratando de dejar 5 a 8 cm de hojas para el rebrote (Canals, 2019; Farfán Loaiza & Farfán Tenicela, 2012).

**Tabla 2**

*Taxonomía del Festulolium perenne*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Festuca</i>
Especie:	<i>Festulolium perenne</i>

c Canals (2019).

### Figura 3

*Festuca (Festulolium perenne)*



Nota: descripción grafica. Fuente: Canals (2019).

- ***Festuca arundinacea***

Es una gramínea, robusta, de 45 a 180 cm. de alto, sin rizomas, que forma con frecuencia matas o macollas densas; las hojas son ásperas por la parte superior, y brillantes y suaves por el envés; tiene aurículas y lígulas muy pequeñas; la prefoliación es enrollada; en la base de la planta se forman pequeños tallos subterráneos y rizomas (Ramírez, 2011).

### Tabla 3

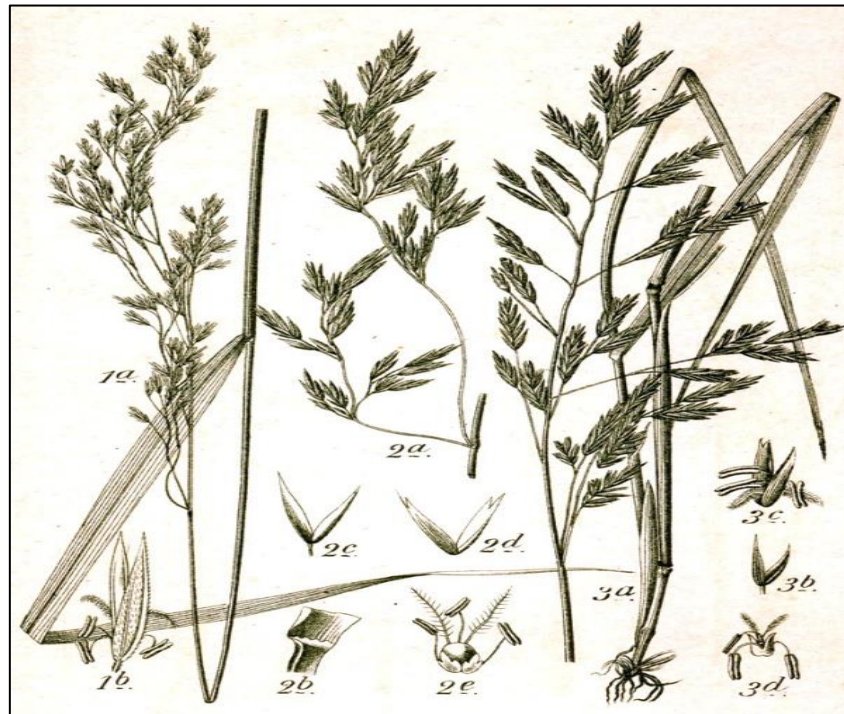
*Taxonomía del Festuca arundinacea*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Apogonia
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>Lolium arundinaceum</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: Ramírez (2011)

## Figura 4

*Festuca arundinacea*



Nota: descripción grafica. Fuente: Ramírez (2011).

- **Rye grass ingles (*Lolium perenne*)**

Es una planta ideal para valles interandinos de hasta 3800m.s.n.m., prospera en suelos de mediana fertilidad y buena aireación; su rendimiento se calcula entre 16-18 t de MS/ha/año y con 16 a 18% de proteína cruda; entre sus cualidades, cabe destacar las hojas medianas muy palatables con alto contenido de carbohidratos (energía); se recomienda asociarlo con trébol rojo, siendo posible su henificación o su uso en corte para la alimentación del ganado; entre las variedades tetraploides se tiene: “Tama”, “Bestfor”, “Magnum”, “Concord”, etc., su rápido establecimiento y su gran capacidad de producir macollos numerosos le permiten competir ventajosamente con malezas tan agresivas como el kicuyo.; de 85 a 90% de las raíces del rye grass ingles se desarrollan en los 15 cm del suelo de allí la importancia de los riegos frecuentes pero ligeros; soporta muy

bien las heladas, produciendo cantidad de alimento, incluso en las épocas más frías. Las mejores variedades con buena adaptación a nuestro medio son las provenientes de Europa continental (Diana, Splendor, Vigor) Gran Bretaña (S-321, S-24, S23), Nueva Zelanda (Nui, Ruani) (Calamullo, 2018; Linneo, 2023a). Indudablemente hay otras variedades con muy buena producción y adaptación que han sido introducidas en otras áreas del país, que necesitan una mayor defunción.

**Tabla 4**

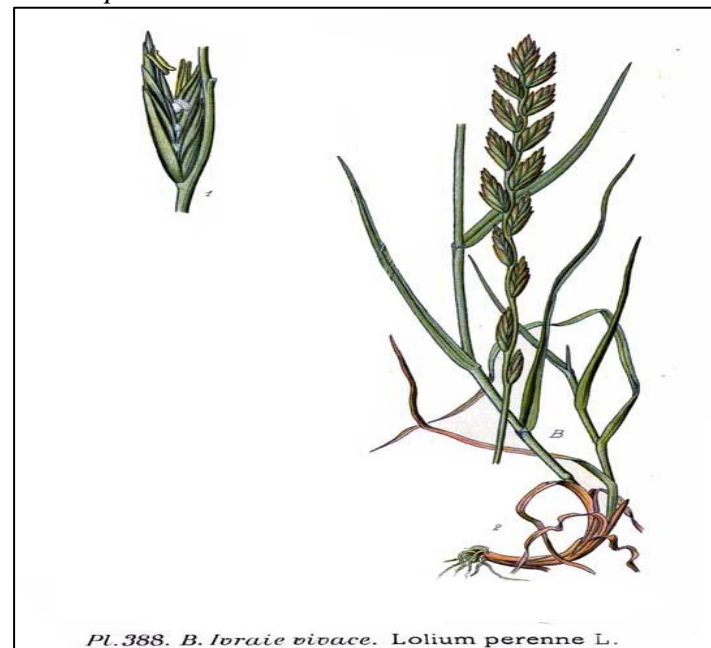
*Taxonomía del Lolium perenne*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>Lolium perenne</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: (Linneo, 2023a).

**Figura 5**

*Lolium perenne*



Nota: descripción grafica. Fuente: Linneo (2023a).



- **Phalaris**

Son plantas herbáceas que llegan a alcanzar los 180 cm de altura, con varios tallos huecos y cilíndricos, semejantes al del trigo. Las flores se producen en densos racimos verdes que tornan levemente púrpura al madurar. Las semillas son de color marrón envueltas en una pequeña cáscara (Linneo, 2023b).

### Tabla 5

#### *Taxonomía del Phalaris*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Apogonia
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Phalaris L.</i>
Especie:	<i>Phalaris</i>

Nota: descripción gráfica. Fuente: Linneo (2023b)

### Figura 6

#### *Phalaris*



Nota: fotografía de la especie. Fuente: Linneo (2023b).

- **Pasto ovido (*Dactylis glomerata*)**

Es una gramínea perenne usada principalmente en suelos secos de buen drenaje (condiciones de secano) y baja fertilidad. Es moderadamente lenta en su establecimiento y tiene menor digestibilidad que las otras gramíneas. Además, muestra una persistencia excepcional y tiene una alta productividad de secano, siendo apropiado para alturas y usado para resiembra en suelos montañosos (Calamullo, 2018; Linneo, 2024). Los cultivares más resientes han mejorado sus características de calidad (palatabilidad y digestibilidad). Los de tipo erecto son más empleados para producción de vacunos lecheros y los postrados, más tolerantes al pastoreo severo, son recomendados para producción de ovinos (Farfán Loaiza & Farfán Tenicela, 2012). Se incluye usualmente como un componente mínimo en pasturas perennes en áreas de veranos seco por su persistencia.

### **Tabla 6**

#### *Taxonomía del *Dactylis glomerata**

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Dactylis</i>
Especie:	<i>Dactylis glomerata</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: Linneo (2024)

### Figura 7

*Pasto ovilla (Dactylis glomerata).*



Nota: descripción grafica. Fuente: Linneo (2024)

- **Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*)**

El raigrás híbrido es un intermedio entre el *R. italiano* y *R. Inglés*. Reúne la rapidez del primero y la persistencia del segundo. Es componente fundamental de nuestras mezclas de media y larga duración. Además de las variedades diploides (2n) y tetraploides (4n), las variedades pueden poseer más carácter italiano o inglés (Joseph, 2023). También puede ser una planta perenne. No importa el tipo, raigrases tienen necesidades de suelo y crecimiento similares, es conocido por ser adaptable a muchas situaciones y a menudo se utiliza como cultivo de cobertura durante el invierno porque prefiere climas más fríos. Es un pasto perenne crece en matas y tiene raíces profundas. Se adapta bien a una gran variedad de suelos, soporta bien las sequías. Puede ser sembrado con la mezcla de gramíneas y leguminosas para el pastoreo o corte. Para este último propósito se mezcla con trébol rojo o alfalfa, requerido, en estos casos suelos bien drenados (Calamullo, 2018).

**Tabla 7**

*Taxonomía del Lolium hybridum*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>Lolium hybridum</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: Joseph (2023)

**Figura 8**

*Rye grass hibrido (Lolium hybridum)*



Nota: descripción grafica. Fuente: Joseph (2023).

- **Nabo forrajero (*Brassica napus*)**

Destaca por ser un cultivo simple de manejar en su establecimiento y pastoreo directo. Dentro de sus características nutricionales destaca su aporte energético, baja proteína, deficiencia en fibra efectiva, además de poseer limitaciones nutricionales a un cierto porcentaje de inclusión en la dieta diaria (Gómez, 2018; Navarro, 2024).



### Tabla 8

Taxonomía del *Brassica napus*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Brassicales
Género:	<i>Brassica</i>
Especie:	<i>Brassica napus</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: Navarro (2024)

### Figura 9

*Brassica napus*



Nota: fotografía de la especie. Fuente: Navarro (2024)

- **Achicoria forrajera (*Cichorium intybus*)**

Es una planta herbácea que tiene crecimiento erecto, con una raíz pivotante y gruesa, de ciclo bianual e incluso, perenne. Las hojas basales son acerradas y crecen en forma de roseta, las hojas de la parte superior son alternas, pequeñas y sus dientes son menores. Los tallos son largos, con

látex e irregularmente ramificados. Produce gran cantidad de flores de color azul claro, de hasta 4 cm de diámetro (Cichota et al., 2020).

### Tabla 9

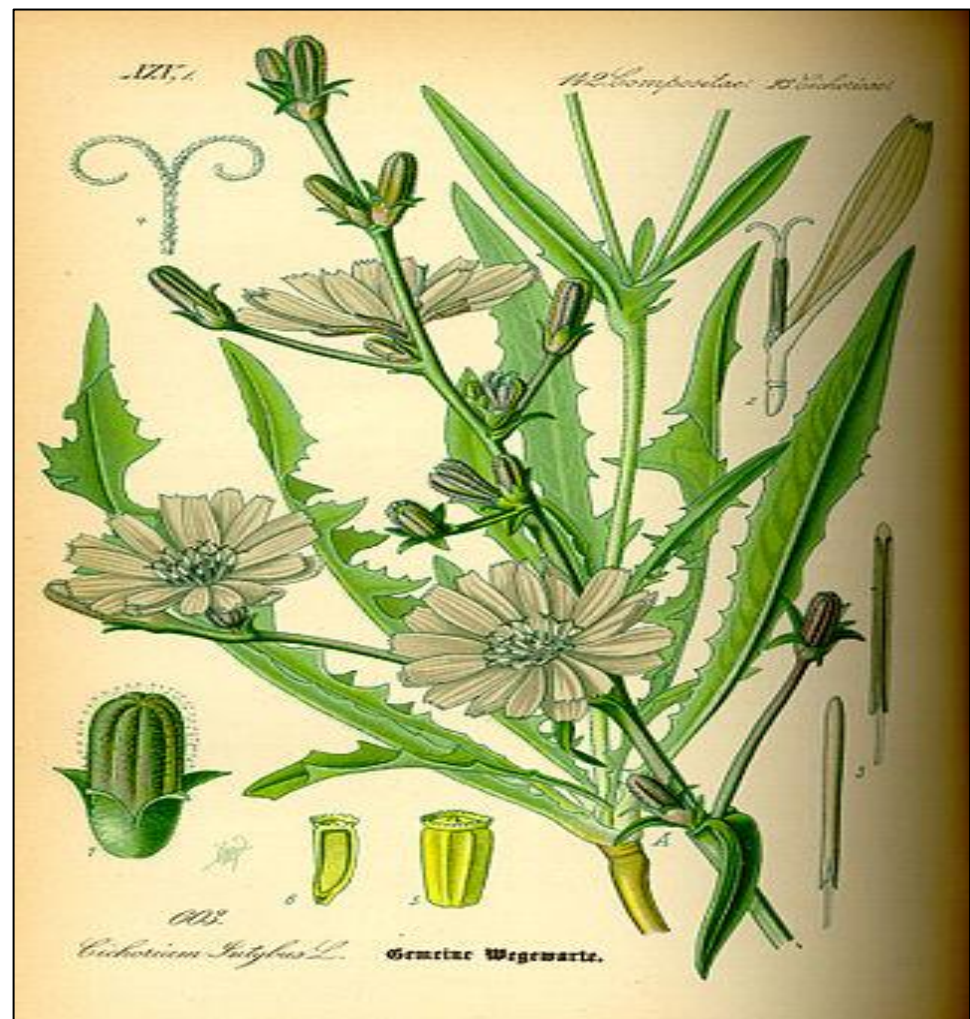
#### *Taxonomía del Cichorium intybus*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	<i>Cichorium</i>
Especie:	<i>Cichorium intybus</i>

Nota: descripción grafica. Fuente: (Cichota et al., 2020)

### Figura 10

#### *Achicoria forrajera (Cichorium intybus)*



Nota: descripción grafica. Fuente: Cichota et al. (2020)



### 2.2.3. Manejo agronómico de los pastos cultivados

- **Siembra**

La siembra de cereales y leguminosas puede realizarse manual y mecánicamente, la siembra manual se realizara: distribuyendo las semillas al voleo o en hileras uniformemente por todo el terreno, la siembra mecanizada: se realizara con maquinarias sembradoras que distribuyen la semilla (Calamullo, 2018).

Además, la cantidad de semilla por hectárea de especies forrajeras en estudio, se ajustará al estándar de siembra recomendado para gramíneas 30 kg/ha con un valor cultural de 81%. Inmediatamente después de la fertilización, la siembra de semilla de cada tratamiento.

- **Labores culturales**

Son las actividades que se realiza desde la instalación y durante el periodo de desarrollo vegetativo del cultivo, debe hacerse el control de malezas, un manejo correcto de aplicación de fertilizantes que constituye la forma de control de malezas más importantes (Flores Mariazza et al., 2022).

- **Cosecha o corte del pasto**

Es cuando desarrolla hasta la tercera o quinta hoja, lo cual está determinado por el desarrollo vegetativo del cultivo y la especie, lo importante es ofrecer al animal el forraje fresco siendo esta la opción más adecuada (Flores Mariazza et al., 2022).

El índice forrajero como la composición botánica de una pastura, es la cantidad de espacio que ocupa cada especie en una determinada área, de

acuerdo a su grado de aceptación de los animales que los que consumen, también los expresan en porcentaje (Terroba et al., 2024).

#### **2.2.4. Evaluación económica**

##### **2.2.4.1. Costos**

Bustinza (2018), sostiene que los costos son los gastos o valores de los recursos naturales, financieros humanos utilizados para la producción de bienes y/o servicios, en un periodo dado que puede ser en un mes, un año o más, según el requerimiento del proyecto.

Los costos son gastos en los que se incurre durante el desarrollo de los procesos de ejecución de un agro negocio, desde su concepción hasta la comercialización del producto final (Mamani, 2017)

También el costo es el desembolso que origina el consumo de recursos (materia prima, mano de obra, etc.) para realizar actividades relacionadas directamente con la producción de un bien o servicio, con la intención de obtener un beneficio ahora o en el futuro (Collanqui, 2019)

##### **2.2.4.2. Rentabilidad**

Bustinza (2018), afirma que la rentabilidad es el rendimiento económico de una inversión y que normalmente se expresa en términos conceptuales.

Además, este índice es conocido como coeficiente beneficio / costo, y es aquella operación que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados entre la sumatoria del costo total (Rosell-alonso, 2018).



## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. Forraje**

Material vegetal compuesto principalmente por gramíneas y leguminosas con un contenido mayor del 18% de fibra cruda en base seca y destinado para la alimentación animal, incluye pastos, heno, ensilado y alimentos frescos picados (Sajami, 2022).

### **2.3.2. Cultivar**

Es un ente vegetal producto de la acción del hombre, cuyas características son estables por determinado tiempo (Prudencio et al., 2020).

### **2.3.3. Producción**

Termino referido al nivel del producto aprovechable obtenido según la cantidad del vegetal al llegar al periodo de cosecha de una misma área utilizada (Sajami, 2022).

### **2.3.4. Rendimiento**

El rendimiento de cultivos viene a ser la cantidad de cultivo cosechado por área de tierra y generalmente puede expresarse en kilogramos/hectárea o toneladas métricas/hectárea (Collanqui, 2019).

### **2.3.5. Rentabilidad**

La rentabilidad es el rendimiento económico de una inversión y que normalmente se expresa en términos conceptuales (Rosell-alonso, 2018).



## CAPÍTULO III

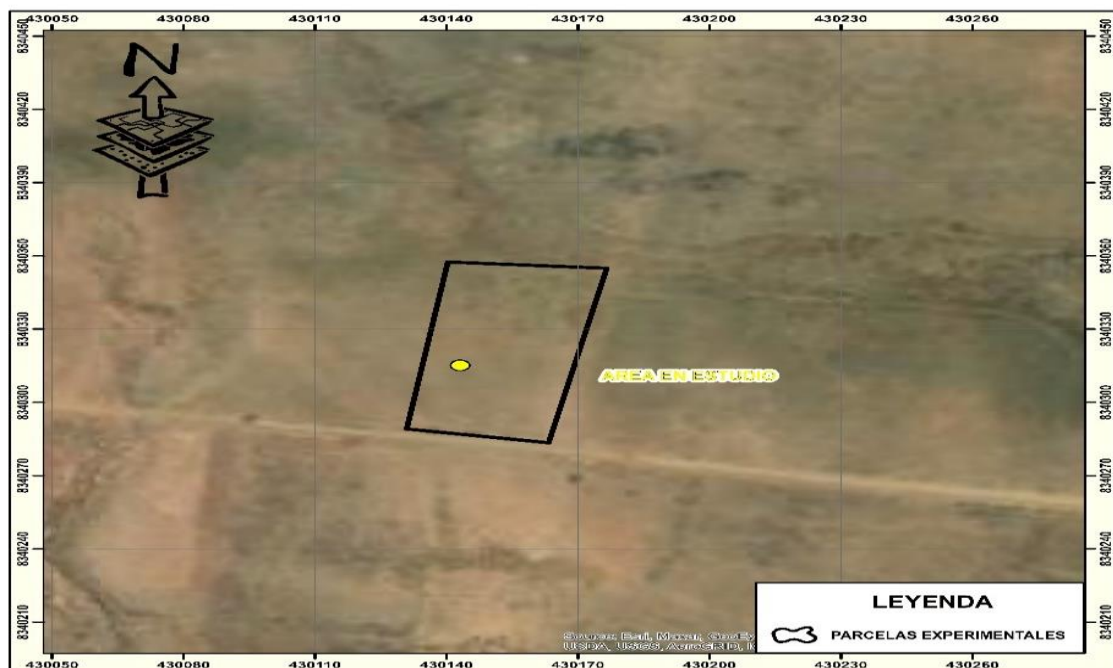
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona en estudio está ubicada en la comunidad campesina de San Salvador del Distrito de Huatasani, Provincia de Huancané, perteneciente a la Región de Puno, limitando al norte con los distritos de Putina y Quilcapuncu, al sur con Huancané, al este con Inchupalla, y al oeste con Pedro Vilca Apaza, en las Coordenadas Geográficas, de Latitud:  $15^{\circ} 0' 40.898''$  Longitud:  $69^{\circ} 38' 59.309''$ , a una altura de 3840 m.s.n.m. Así mismo, en la zona predominan pastos naturales como ichu y gramíneas adaptadas al clima frío y la altitud. Las actividades económicas principales son la agricultura, con cultivos como papas y cereales andinos, y la ganadería, centrada en la cría de ganado ovino, alpacas y llamas.

#### Figura 11

*Mapa de ubicación de la zona en estudio*



Nota: croquis de ubicación vista espacial. Fuente: Elaboración propia



## 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.2.1. Material biológico

Se emplearon semillas de las especies *Lolium perenne*, *Lolium hybridum*, *Lolium multiflorum*, *Festilolium*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Phalaris tubererinacea*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Trifolium subterraneum*, *Medicago sativa*, *Cichorium intibus*, *Plantago major*, *Brassica napus*, *Raphanus satibus*.

### 3.2.2. Materiales de campo y gabinete

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizaron: Balanza de campo, cuadrante (1m<sup>2</sup>), regla centimetrada, Wincha, Hoces, bolsas de polietileno y papel, libreta de campo, lápiz y cámara fotográfica. Además, en gabinete, se utilizaron una balanza de precisión y una estufa MRC.

### 3.2.3. Materiales de escritorio

Entre los materiales de escritorio empleados fueron: Lapiceros y lápices, cuaderno y fichas de registro, calculadora y computadora portátil para el procesamiento de datos.

## 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.4.1. Muestra

Se ha considerado un muestreo no probabilístico por conveniencia del investigador; ante ello la muestra es la misma especificada que la población siendo cuarentenéis cultivares de pastos cultivados, conducidos en parcelas experimentales para cada cultivar forrajero.



### 3.4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El enfoque metodológico en el sentido de lograr los objetivos planteados en este estudio: toda la información se recogió de las tesis, libros, publicaciones académicas y sitios web, entre otras fuentes.

#### 3.4.1. Características del campo experimental

##### Área de parcela experimental:

- Largo : 2 m
- Ancho : 3 m
- Área parcela : 6 m<sup>2</sup>
- Distancia entre parcelas : 0.5 m

##### Área de bloque:

- Largo : 116 m
- Ancho : 3 m
- Área de bloque : 348 m<sup>2</sup>
- Distancia en bloques : 0.5 m

##### Área total de experimento

- Largo : 116 m
- Ancho : 11m
- Área total : 1,276 m<sup>2</sup>



### 3.4.2. Diseño de la parcela experimental

El experimento se condujo bajo un diseño experimental Bloque Completamente al Azar con 46 tratamientos jerárquico o anidado desbalanceado, con 3 repeticiones, haciendo un total de 138 unidades experimentales, El modelo estadístico, fue el siguiente:

$$y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \delta_{k(j)} + \alpha_{l(kj)} + \varepsilon_{(ijk)l}$$

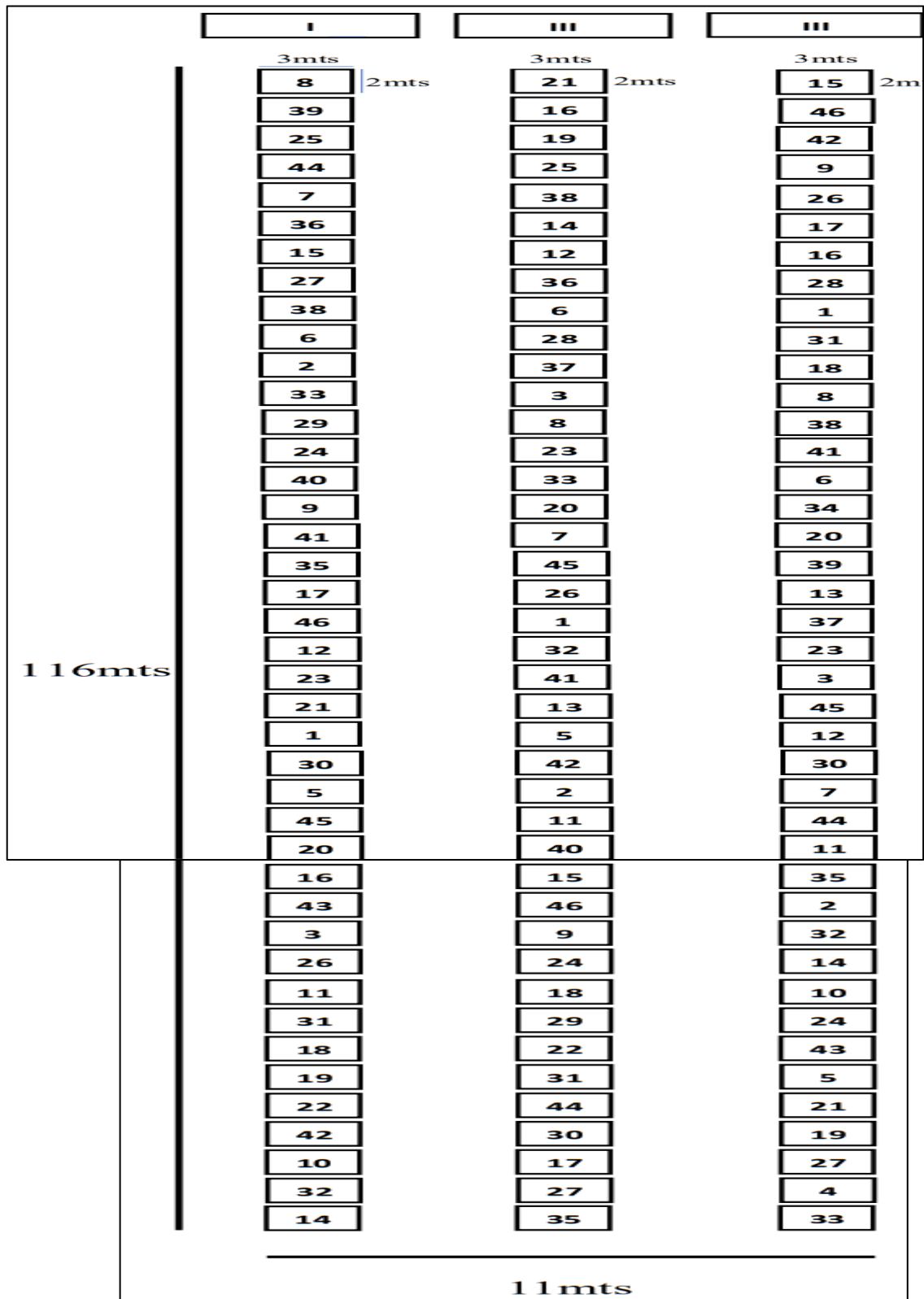
**Donde:**

- $y_{ijkl}$ : Variable de respuesta observada o medida.
- $\mu$ : Media general de la variable de respuesta.
- $\beta_i$ : Efecto del i-ésimo bloque.
- $\gamma_j$ : Efecto del j-ésima familia de la variedad.
- $\delta_{k(j)}$ : Efecto del k-ésima especie de la variedad anidado a la j-ésima familia.
- $\alpha_{l(kj)}$ : Efecto del l-ésima variedad anidado a la k-ésima especie de la variedad suscrita a la j-ésima familia.
- $\varepsilon_{i-(jk)l}$ : Error experimental.

Se realizarán pruebas de posteriori según las significancias para efectos principales y por sección de jerarquía mediante el ajuste a Tukey.

**Figura 12**

*Croquis del campo experimental*



**Tabla 10***Variedades forrajeras a considerar.*

<b>N</b>	<b>Variedades</b>	<b>Especie</b>	<b>Familia</b>
1	Viscount	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
2	Alto	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
3	Rojan	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
4	Lindor II	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
5	Calibra	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
6	Garibaldi	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
7	Mathilde	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
8	Reward	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
9	Base	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
10	Excess	<i>Lolium perenne</i>	Poacea
11	Shogun	<i>Lolium hybridum</i>	Poacea
12	Trojan	<i>Lolium hybridum</i>	Poacea
13	Feast II	<i>Lolium multiflorum</i>	Poacea
14	Super Cruise	<i>Lolium multiflorum</i>	Poacea
15	Tabú	<i>Lolium multiflorum</i>	Poacea
16	Ascend	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
17	Hogan	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
18	Surrey Nova	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
19	Andes	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
20	Kodiak	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
21	Mckinley	<i>Lolium multiflorum ww</i>	Poacea
22	Mahulena	<i>Festulolium</i>	Poacea
23	Quantum II	<i>Festuca arundinacea</i>	Poacea
24	Festival	<i>Festuca arundinacea</i>	Poacea
25	Savvy	<i>Dactylis glomerata</i>	Poacea
26	Confederate	<i>Phalaris</i>	Poacea
27	Weka	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
28	Ladino	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
29	Legacy	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
30	Huia	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae
31	Tuscan	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
32	Americano	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
33	Relish	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae
34	Leura	<i>Trifolium subterraneum</i>	Fabaceae
35	Stamino 5	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
36	W – 350	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
37	W – 450	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
38	SW – 10	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
39	SW – 8210	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
40	Hortus 401	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
41	Puna II	<i>Cichorium intibus</i>	Compuesta
44	SESE100	<i>Cichorium intibus</i>	Compuesta
43	Tonic	<i>Plantain</i>	plantaginacea
44	Titan	<i>Forage Rape</i>	Brassicaceae
45	Groundhog	<i>Rabanito Forrajero</i>	Brassicaceae
46	Green Globe	<i>Nabo Forrajero</i>	Brassicaceae

Nota: Elaboración propia



#### a) Procedimiento experimental

- **Preparación del terreno-**. Se preparó el terreno mediante el rastrado; con maquinaria agrícola.
- **Marcado del terreno-**. Se efectuó el marcado del terreno de acuerdo a las dimensiones planteadas con la ayuda del cordel, estacas y yeso trazando el borde de los bloques y sus respectivas calles
- **Siembra de semillas-**. El método de siembra para las 46 variedades de pastos cultivados fue al voleo, es decir, se distribuyó la semilla por todo el terreno, tratando en lo posible que la siembra sea homogénea.
- **Labores culturales-**. Las labores culturales se realizaron a fin de garantizar el establecimiento de las variedades. Entre las labores culturales realizadas fueron: el deshierbo de las malezas, esta labor se efectuó manualmente; el drenaje, esta labor se efectuó en caso de saturación del agua en el suelo por exceso de las lluvias de la temporada.
- **Cercado del área experimental-**. El campo experimental fue cercado con malla ganadera en todo el perímetro, con la finalidad de evitar el ingreso del ganado que pueda dañar los pastos cultivados.
- **Cosecha y corte de biomasa forrajera-**. La cosecha de la materia verde de las cuarenta y seis variedades de pastos cultivados se efectuó mediante el corte de la biomasa forrajera sobre una altura de 2 a 3 cm aproximadamente de la superficie del suelo, empleando para ello una hoz.

#### b) Variables de respuesta

- **Altura de planta (cm)-**. La altura de las plantas forrajeras, se evaluó periódicamente, midiendo desde la base del cuello de la planta hasta la parte terminal de la planta; efectuándose para cada tratamiento.



- **Densidad de planta-**. La densidad de las plantas se determinó por el método de “conteo de plantas en parcela lineal”, para lo cual, en dos líneas centrales de cada parcela se contó las plantas de cada especie de leguminosa y gramíneas después de la etapa fenológica de emergencia.
- **Cobertura de los variedades-**. La evaluación de la cobertura de las cuarenta y seis variedades de pastos cultivados, se realizó mediante la inspección de especies establecidas dentro de cada parcela experimental haciendo uso del cuadrante metálico de 0.25 x 0.25 m.

#### **3.4.1. Determinar el rendimiento de biomasa forrajera verde y materia seca.**

Para el cumplimiento del presente objetivo se realizó la determinación del rendimiento de biomasa forrajera verde y materia seca; mediante las siguientes consideraciones (Rosell-alonso, 2018):

- a) Rendimiento de materia verde-**. El rendimiento de materia verde se determinó al cosechar todas las variedades de biomasa verde de cada parcela experimental; y los resultados se expresaron en kg/m<sup>2</sup> (Rosell-alonso, 2018).
- b) Rendimiento de materia seca-**. El rendimiento de materia seca igualmente se determinó mediante la toma de muestras al azar de la biomasa verde de cada parcela experimental, y se llevó al laboratorio de pastos y forrajes; poniendo cada biomasa en una estufa a una temperatura de 60 °C por 48 horas hasta alcanzar un peso constante y los resultados se expresaron en kg/m<sup>2</sup> (Rosell-alonso, 2018).



### 3.4.2. Estimar el costo de producción y rentabilidad de las variedades forrajeras en estudio.

La determinación de los costos de producción se realizó en base a las labores agrícolas que se realizaron durante la ejecución del presente trabajo de investigación, en donde se consideraron los costos fijos y los costos variables; realizándose a nivel de parcela experimental; empleando las siguientes ecuaciones (Blanco et al., 2023):

#### a) Costo total de producción

Es la suma de los costos indirectos o fijos más los costos directos o variables.

$$CT = CF + CV$$

**Donde:**

**CT:** Costo total

**CF:** Costos fijos

**CV:** Costos variables

#### b) Ingreso total

Es el valor total que se obtiene de la multiplicación del rendimiento por el precio de venta.

$$IT = PC + R$$

**Donde:**

**IT:** Ingreso total

**PC:** Precio del cultivo en el mercado (precio de la variedad)

**R:** Rendimiento del cultivo forrajero

#### c) Ingreso neto

Es el valor total que se obtiene de la multiplicación del rendimiento por el precio de venta.



$$IN = IT - CT$$

**Donde:**

**IN:** Ingreso neto

**IT:** Ingreso total

**CT:** Costo total

#### **d) Índice de rentabilidad**

La rentabilidad de cualquier producción con fines de lucro se mide por medio de un índice, llamado índice de Rentabilidad de Capital y si existen ganancias sirven para remunerar a todos los capitales puestos a su disposición sean propios o ajenos:

$$IR = \frac{IN}{CT} * 100$$

**Donde:**

**IR:** Índice de rentabilidad

**IN:** Ingreso neto

**CT:** Costo total

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ALTURA DE PLANTA, DENSIDAD DE PLANTAS Y COBERTURA VEGETAL DE 46 VARIEDADES FORRAJERAS

##### 4.1.1. Altura de planta

En la tabla 11 se observa los resultados de los análisis de la varianza para la altura de planta donde el efecto familia, especie(familia) y la variedad(especie(familia)) resultaron altamente significativos, pero el efecto del bloque no resulto significativo.

**Tabla 11**

*significancia de los análisis de varianza de efecto principal y por sección, para altura de planta, densidad de plantas y cobertura vegetal*

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>Altura de planta</b>	<b>Densidad de plantas</b>	<b>Cobertura vegetal</b>
<b>Efecto principal</b>			
Bloque	ns	ns	ns
Familia	**	**	**
Especie(familia)	**	**	**
Variedad(especie(familia))	**	**	**
<b>Secciones de efecto</b>			
<b>Asteraceae</b>	-	-	-
<i>Cichorium intibus</i>	ns	**	ns
<b>Brassicaceae</b>	**	**	**
<i>Brassica napus</i>	**	**	ns
<b>Fabaceae</b>	**	**	**
<i>Medicago sativa</i>	**	**	**
<i>Trifolium pratense</i>	ns	ns	*
<i>Trifolium repens</i>	**	**	**
<b>Poaceae</b>	**	**	**
<i>Festuca arundinacea</i>	ns	**	ns
<i>Lolium hibridum</i>	ns	**	ns
<i>Lolium multiflorum</i>	**	**	**
<i>Lolium multiflorum ww</i>	**	**	**
<i>Lolium perenne</i>	**	**	**

Nota: \*\*: altamente significativo, ns: no significativo



En la significancia del efecto familia, que provienen las variedades de especies forrajeras son completamente distintos para la altura de planta como se muestran en la tabla 12, donde se observan las variedades con mayor altura son de la familia Brassicaceae con 22.64 cm, seguido de las Poaceae con 14.77 cm, le sigue la familia Fabaceae con 11.13 cm, siendo estas familias estadísticamente diferentes para la altura de planta, la familia Asteraceae y Plantaginaceae resultaron iguales estadísticamente, según Villa et al. (2022) recomiendan especies forrajeras de Brassicaceae en programas de alimentación animal.

**Tabla 12**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey según familias para altura de planta, densidad de plantas y cobertura vegetal*

<b>Fuente de variabilidad</b>	<b>N</b>	<b>Altura de planta, cm</b>	<b>Densidad de plantas</b>	<b>Cobertura vegetal, %</b>
Plantaginaceae	3	9.40 d	56.00 c	70.00 c
Asteraceae	6	10.85 cd	69.33 b	79.17 b
Brassicaceae	9	22.64 a	78.22 a	84.44 a
Fabaceae	42	11.13 c	54.19 c	63.57 d
Poaceae	78	14.77 b	57.44 c	69.74 c

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

La variación de altura planta se le atribuye a la carga genética variedad, al evaluar varias familias existieron otros factores que talvez no se consideraron en su aspecto fisiológico (Velecela et al., 2019).

Según la tabla 11 también muestra las significancias del efecto por sección la cual corresponden un análisis de cada especie para cada familia, donde las especies para las familias Brassicaceae, Fabaceae y Poaceae resultaron altamente significativo indicando que las especies dentro de cada familia tienen alturas diferentes.

En la familia Brassicasea en la cual sus especies de *Raphanus satibus* y *Brassica napus* con promedios 29.30 y 19.32 cm son estadísticamente diferentes, para la familia Fabaceae las especies que tuvieron mayor altura es el *Trifolium subterraneum* con 12.87 cm en un intermedio se encuentran los *Trifolium repens* y *Medicago sativa* con 11.80 y 11.09 cm respectivamente y el más bajo con 9.72 cm las especies de *Trifolium pratense* (ver tabla 13).

**Tabla 13**

Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta de especies forrajeras para cada familia

Fuente de variabilidad	N	Altura de planta, cm	Densidad de plantas, N	Cobertura vegetal, %
<b>Plantaginaceae</b>	<b>3</b>			
<i>Plantago major</i>	3	9.40	56.00	70.00
<b>Asteraceae</b>	<b>6</b>			
<i>Cichorium intibus</i>	6	10.85	69.33	79.17
<b>Brassicasea</b>	<b>9</b>			
<i>Raphanus satibus</i>	3	29.30 a	62.67 b	90.00 a
<i>Brassica napus</i>	6	19.32 b	86.00 a	81.67 b
<b>Fabaceae</b>	<b>42</b>			
<i>Trifolium subterraneum</i>	3	12.87 a	53.33 bc	65.00 ab
<i>Trifolium repens</i>	12	11.80 ab	59.33 a	61.67 bc
<i>Medicago sativa</i>	18	11.09 b	51.11 c	66.39 a
<i>Trifolium pratense</i>	9	9.72 c	53.78 b	60.00 c
<b>Poaceae</b>	<b>78</b>			
<i>Lolium hybridum</i>	6	17.80 a	69.33 a	82.50 a
<i>Lolium multiflorum</i>	9	15.71 b	68.44 a	72.22 b
<i>Lolium perenne</i>	30	15.57 b	53.47 c	69.50 c
<i>Lolium multiflorum ww</i>	18	15.03 b	62.89 b	73.89 b
<i>Phalaris tubererinacea</i>	3	12.20 c	46.67 d	66.67 c
<i>Dactylis glomerata</i>	3	11.77 cd	41.33 e	55.00 d
<i>Festilolium</i>	3	10.53 d	49.33 d	56.67 d
<i>Festuca arundinacea</i>	6	10.50 d	50.00 d	57.50 d

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

La altura de planta Según Vilcara y Passoni, (2023) reportan valores superiores a 30 cm en valles antoandinos para las variedades Hortus 401, para las variedades de *Medicago sativa* es inferior al reporte de Argote et al. (2004)

en puno, para *Trifolium repens* el resultado es inferir al reporte de Lujan (2013) en la cual reporta que estas especies necesitan abonamiento constante y humedad.

**Tabla 14**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta según variedades y especies forrajeras para las familias Asteraceae, Brassicasea y Fabaceae.*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Altura de planta, cm</b>
<b>Plantaginaceae</b>		
<i>Plantago major</i> Tonic	3	9.40
<b>Asteraceae</b>		
<i>Cichorium intibus</i> Puna II	3	11.27 a
SESE 100	3	10.43 a
<b>Brassicasea</b>		
<i>Raphanus satibus</i> Groundhog	3	29.30
<i>Brassica napus</i> Green globe	3	19.67 a
Titan	3	18.97 b
<b>Fabaceae</b>		
<i>Trifolium subterraneum</i> Leura	3	12.87
<i>Medicago sativa</i> SW – 10	3	13.20 a
W – 350	3	12.63 a
Hostus 401	3	12.60 ab
Stamino 5	3	11.07 b
W – 450	3	9.37 c
SW – 8210	3	7.67 c
<i>Trifolium pratense</i> Tuscan	3	10.17 a
Relish	3	9.73 a
Americano	3	9.27 a
<i>Trifolium repens</i> Ladino	3	14.03 a
Weka	3	13.13 ab
Huia	3	11.77 b
Legacy	3	8.27 c

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

**Tabla 15**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para altura de planta según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae.*

<b>Factor</b>	<b>Altura de planta, cm</b>
<b>Poaceae</b>	
<i>Lolium hybridum</i>	
Shogun	18.90 a
Trojan	16.70 a
<i>Lolium multiflorum</i>	
Tabú	18.43 a
Feast II	14.70 b
Super Cruise	14.00 b
<i>Lolium perenne</i>	
Lindor II	18.20 a
Alto	18.07 a
Viscount	17.13 ab
Garibaldi	16.33 bc
Rojan	16.20 bcd
Excess	15.00 cde
Base	14.70 de
Reward	14.30 e
Calibra	13.63ef
Mathilde	12.13f
<i>Lolium multiflorum ww</i>	
Hogan	17.73 a
Ascend	16.50 ab
Andes	15.10 bc
McKinley	14.43 c
Surrey Nova	14.03 c
Kodiak	12.37 d
<i>Phalaris tubererinacea</i>	
Confederate	12.20
<i>Dactylis glomerata</i>	
Savvy	11.77
<i>Festilolium</i>	
Mahulena	10.53
<i>Festuca arundinacea</i>	
Festival	10.53 a
Quantum II	10.47 a

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.



Para la familia Poaceae, la especie con mayor altura de planta y diferente a los otras Poaceas se encuentra la familia *Lolium hybridum* con 17.80 cm, seguido de las especies de *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* y *Lolium multiflorum ww* con 15.71, 15.57 y 15.03 cm respectivamente son iguales estadísticamente, pero diferentes al primero, formando un tercer grupo el *Phalaris tubererinacea* y *Dactylis glomerata* con 12.20 y 11.77 cm y los últimos con las especies *Festilolium* y *Festuca arundinacea* con 10.53 y 10.50 cm (ver tabla 13).

Para la especie *Brassica napus* sus variedades Green globe y Titan con medias 19.67 y 18.97 cm con diferencia estadística, también para la especie *Medicago sativa* sus variedades SW - 10, W - 350 y Hostus 401 con 13.20, 12.63 y 12.60 cm siendo estadísticamente iguales, la variedad Stamino 5 y Hostus 401 resultan con una altura intermedia y los más bajo resultaron las variedades W-450 y SW - 8210 con 9.37 y 7.67 cm respectivamente siendo también iguales.

En la tabla 15, se aprecia la altura de la planta de la especie *Lolium multiflorum* donde su variedad Tabú con 18.43 cm es diferente a las variedades Feast II y Super Cruise con 14.70 y 14.00 respectivamente que además estas son iguales. En la especie *Lolium perenne* resultaron con buenas alturas fueron Lindor II, Alto y Viscount con 18.20, 18.07 y 17.13 cm respectivamente en la cual se podría decir que son iguales estadísticamente, las demás variedades forman grupos poco definidos en la cual la altura reduce gradualmente. La variedad Hogan de *Lolium multiflorum ww* resulto el más alto para la especie con 17.73 cm seguido de Ascend con 16.50 cm, siendo iguales estadísticamente, también se observa valores de altura de planta poco definidos que descienden gradualmente.

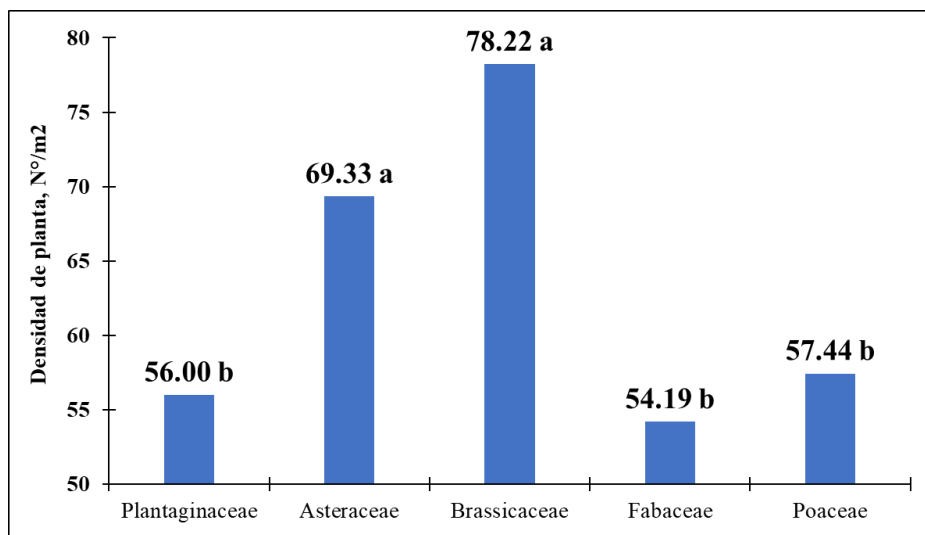
Para las Poaceas los resultados encontrados son inferiores al reporte de Ozkose y Tamkuc, (2014) quienes reporta valores sobre 25 cm.

#### 4.1.2. Densidad de la planta.

En la tabla 11 se observa los resultados de los análisis de la varianza para la densidad de planta según el efecto familia, especie(familia) y la variedad(especie(familia) donde resultaron altamente significativos, pero el efecto del bloque no resulto significativo.

#### Figura 13

*Densidad de plantas según familias forrajeras*



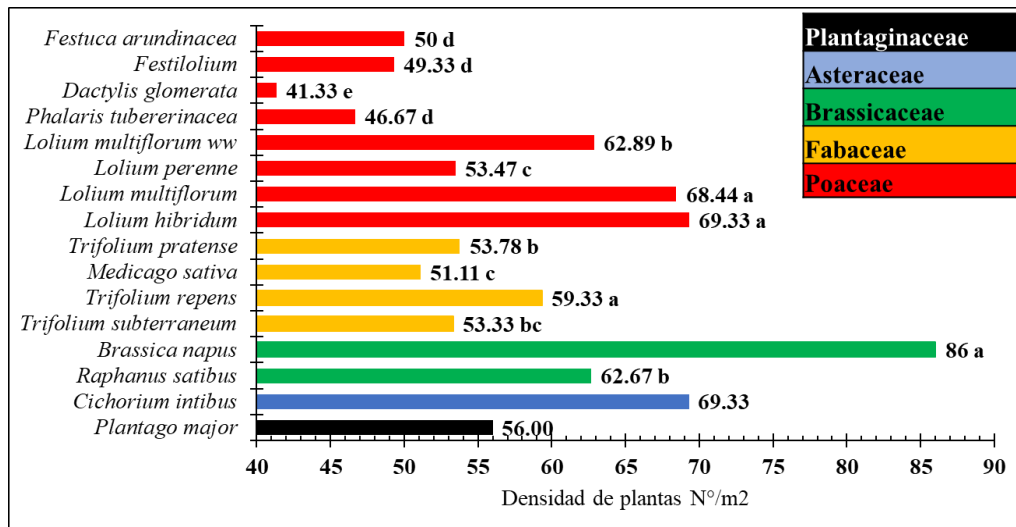
Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

El efecto de familia, de las especies forrajeras son tienen comportamientos muy distintos, la densidad de plantas como se muestran en la tabla 12 y figura 13, se observan variedades con mayor densidad de familias Brassicaceae y Asteraceae con 78.22 y 69.33 plantas/m<sup>2</sup> siendo estas iguales estadísticamente, seguido de las Poaceae con 57.44 plantas/m<sup>2</sup>, le sigue la familia Plantaginaceae con 56.00 plantas/m<sup>2</sup> y Fabaceae con 54.19 plantas/m<sup>2</sup>, siendo estas familias estadísticamente iguales.

Según la tabla 11 de significancias por sección la cual corresponden un análisis del comportamiento de la especie en cada familia, donde las especies para las familias Brassicaceae, Fabaceae y Poaceae resultaron altamente significativo indicando que las especies dentro de cada familia tienen densidades diferentes.

**Figura 14**

*Densidad de plantas según especies forrajeras*



Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

En la figura 14 la familia Brasicasea en la cual sus especies de *Raphanus satibus* y *Brassica napus* con promedios 86.00 y 62.67 plantas/m<sup>2</sup> son estadísticamente diferentes, para la familia Fabaceae las especies que tuvieron mayor densidad fue el *Trifolium repens* con 59.33 plantas/m<sup>2</sup>, seguido *Trifolium subterraneum* y *Trifolium pratense* con 53.33 y 53.78 plantas/m<sup>2</sup> y *Medicago sativa* con 51.11 plantas/m<sup>2</sup>.

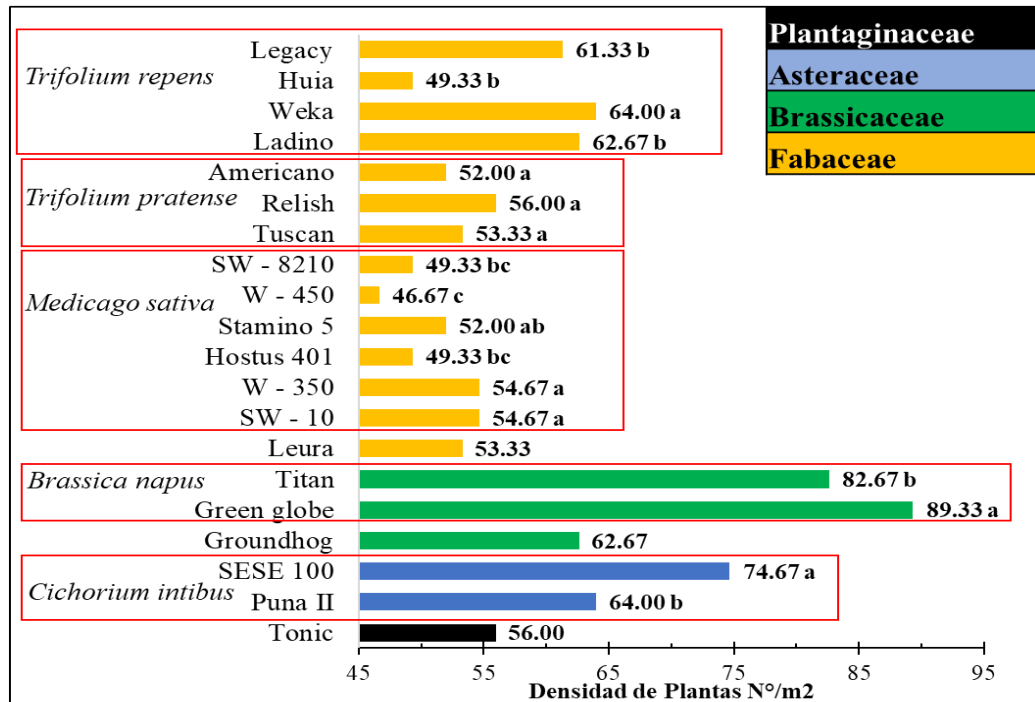
En la tabla 15 y figura 15 se muestran las comparaciones de variedades para cada especie, en la especie *Cichorium intibus* también sus variedades son diferentes siendo el mejor Green Globe con 89.33 plantas/m<sup>2</sup>, en las fabáceas las variedades del *M. Sativa* las variedades con mayor densidad de plantas fueron W-350, SW-10 Y Stamino 5 con 54.67, 52.00 plantas/m<sup>2</sup>, para la especie *T. repens*



solo una variedad sobresaliente 64.00 plantas/m<sup>2</sup> perteneciente a la variedad Weka.

### Figura 15

Densidad de plantas según variedades, especies y familias Plantaginaceae, Asteraceae, Brassicaseae y Fabaceae



Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Los resultados encontrados de densidad de plantas de especies de *Medicago sativa* son inferiores al reporte de Argote et al. (2004) quienes evaluaron en inicio de lluvias al primer año de siembra.

**Tabla 16**

Comparación múltiple de promedios de Tukey densidad de plantas según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae.

Factor	N°	Densidad de plantas
Poaceae		
<i>Lolium hybridum</i>		
Shogun	3	78.67 a
Trojan	3	60.00 b
<i>Lolium multiflorum</i>		
Tabú	3	58.67 c
Feast II	3	81.33 a
Super Cruise	3	65.33 b
<i>Lolium perenne</i>		
Lindor II	3	56.00 c
Alto	3	62.67 b
Viscount	3	49.33 d
Garibaldi	3	48.00 d
Rojan	3	58.67 bc
Excess	3	74.67 a
Base	3	54.67 c
Reward	3	42.67 e
Calibra	3	42.67 e
Mathilde	3	45.33 de
<i>Lolium multiflorum ww</i>		
Hogan	3	77.33 a
Ascend	3	70.67 b
Andes	3	62.67 c
McKinley	3	61.33 c
Surrey Nova	3	44.00 d
Kodiak	3	61.33 c
<i>Phalaris tubererinacea</i>		
Confederate	3	46.67
<i>Dactylis glomerata</i>		
Savvy	3	41.33
<i>Festilolium</i>		
Mahulena	3	49.33
<i>Festuca arundinacea</i>		
Festival	3	42.67 b
Quantum II	3	57.33 a

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

El comportamiento de densidad de plantas para la familia Poaceae se muestra en la tabla 16, donde en el *Lolium hybridum* sus variedades son estadísticamente diferentes con 78.67 y 60.00 plantas/m<sup>2</sup> para Shogun y Trojan



respectivamente, para el *Lolium multiflorum* sus variedades Tabú, Feast II y Super Cruise con 58.67, 81.33 y 65.33 plantas/m<sup>2</sup> respectivamente, en el *Lolium perenne* la variedades más densa fue Excess, con 74.67 que además es diferente estadísticamente a las semas variedades, seguido de Alto y Rojan con 62.67 y 58.67 plantas/m<sup>2</sup> además son resultaron iguales estadísticamente. Para el *Lolium multiflorum ww* las densidades por variedades se han formado por 4 grupos con diferencias estadísticas, la mejor Hogan con 77.33 plantas/m<sup>2</sup>, seguido por Ascend con 70.67 plantas/m<sup>2</sup>, seguido por Andes, McKinley y Kodiak con 62.67, 61.33 y 61.33 respectivamente y el ultimo de la variedad Surrey Nova con 44.00 plantas/m<sup>2</sup>.

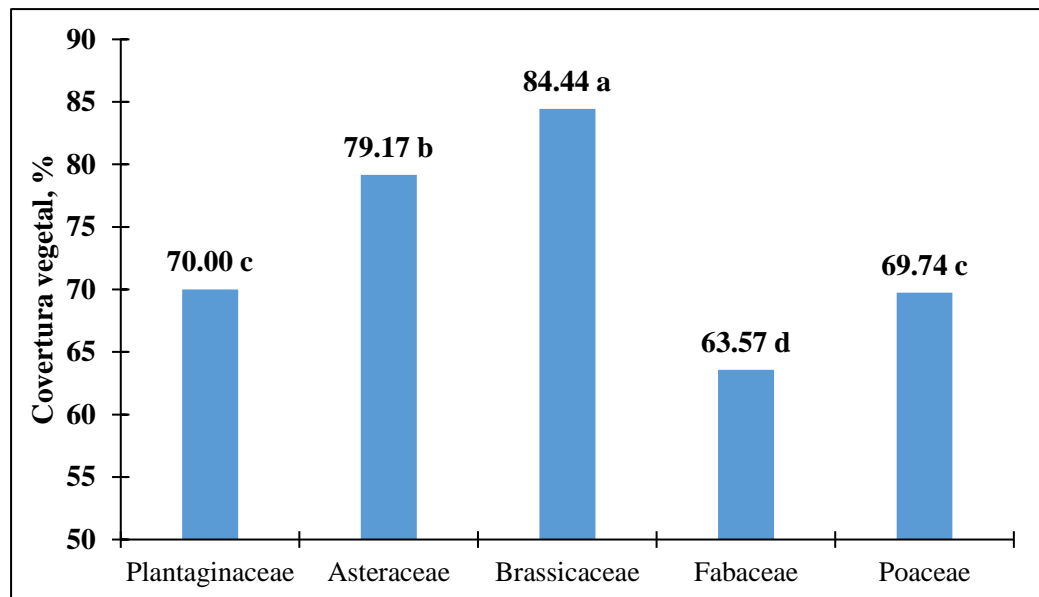
#### 4.1.3. Cobertura vegetal

En la tabla 11 se observa los resultados de los análisis de la varianza para la cobertura vegetal, donde el efecto familia, especie(familia) y la variedad(especie(familia)) resultaron altamente significativos, pero el efecto del bloque no resulto significativo.

Las especies forrajeras resultan completamente distintos a nivel de familias para la cobertura vegetal, como se muestran en la tabla 12 y figura 16, donde se observan las variedades con mayor cobertura provenientes de la familia Brassicaceae con 84.44 %, le sigue la familia Asteraceae con 79.17 % siendo diferentes estadísticamente, las familias Plantaginaceae y Poaceae con 70.00 y 69.74 % resultaron iguales estadísticamente, y por último la familia Fabaceae con 63.57 % siendo diferente estadísticamente a todas la familias evaluadas.

**Figura 16**

*Cobertura vegetal según familias forrajeras*



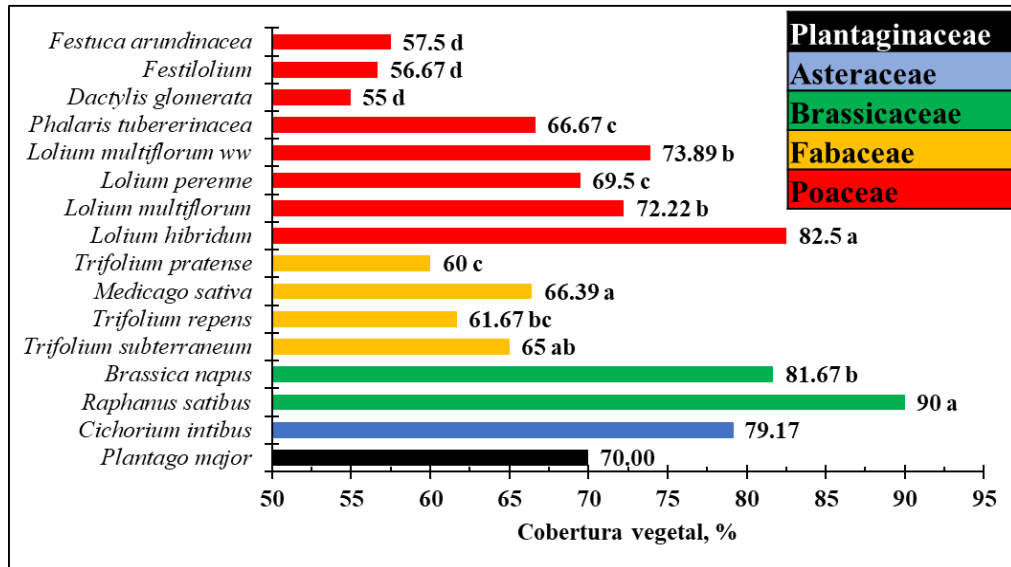
Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Según la tabla 11 las significancias de efecto por sección la cual corresponden un análisis del comportamiento de la especie en cada familia, donde las especies para las familias Brassicaceae, Fabaceae y Poaceae resultaron altamente significativo indicando que las especies dentro de cada familia tienen coberturas muy distintas.

En la familia Brassicaceae en la cual sus especies de *Raphanus satibus* y *Brassica napus* con promedios 90.00 y 81.67 % son estadísticamente diferentes, para la familia Fabaceae la especie con mayor cobertura es el *Medicago sativa* con 66.39 %, seguido de *Trifolium subterraneum* con 65.00 %, y último se encuentran los *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* con 61.67 y 60.00 % respectivamente.

**Figura 17**

*Cobertura vegetal según especies forrajeras*



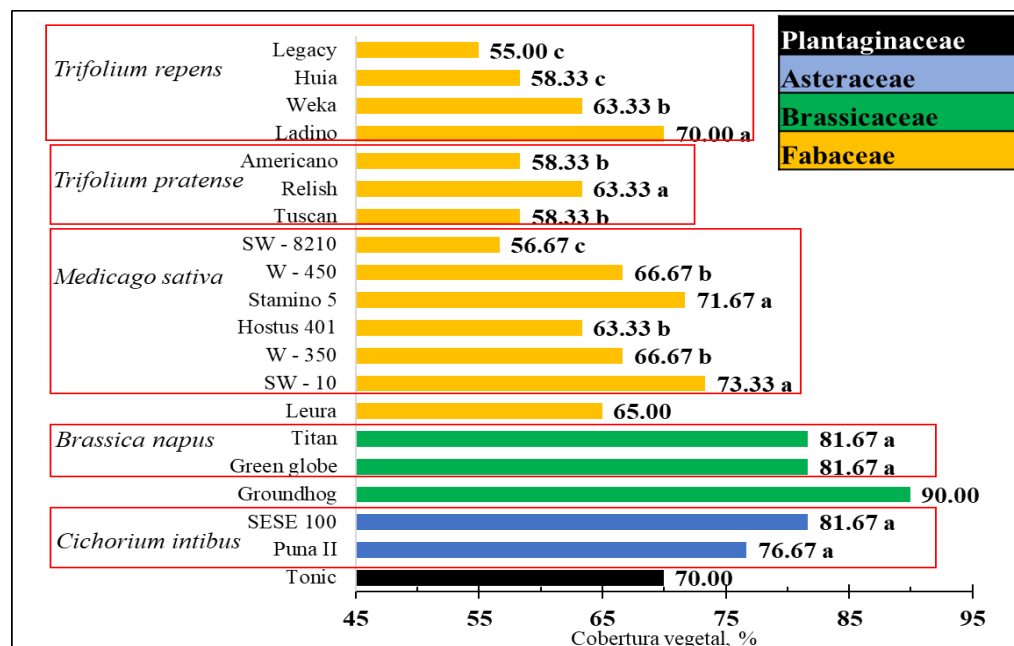
Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

En la familia Poaceae la mejor cobertura fueron variedades de la especie de *Lolium hybridum* con 82.50 % diferente e los demás especies, seguido de las especies *Lolium multiflorum* y *Lolium multiflorum ww* con 72.22 y 73.89 % respectivamente resultando iguales estadísticamente, seguido de las especies *Lolium perenne* y *Phalaris tubererinacea* con 69.50 y 66.67 % respectivamente, por ultimo las especies *Dactylis glomerata*, *Festilolium* y *Festuca arundinacea* con 55.00, 56.67 y 57.50 % respectivamente siendo estas últimas iguales estadísticamente.

La variedad de Groudhog resulto con una cobertura del 90.00 % siendo la mejor todas, al observar solo para la especie en la especie de *Brassica napus* sus variedades resultaron iguales, el mismo caso se observa en las variedades de *Cichorium intibus*,

**Figura 18**

*Densidad de plantas según variedades para las familias Plantaginaceae, Asteraceae, Brassicaseae y Fabaceae*



Nota: letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

En la familia de fabáceas las variedades de *Medicago sativa* con mayor cobertura resultaron las variedades SW-10 y Stamino con 73.33 y 71.67 % iguales estadísticamente, un segundo grupo conformado por las variedades W-350, W-450 y Hortus - 401 con 66.67 y 63.33 % iguales estadísticamente y en ultimo la variedad SW-8210 con 56.67 %. En la especie *Trifolium pratense* la variedad Relish resulto la mejor con 63.33% seguido por las variedades Americano y Tuscan con 58.33 % siendo estas dos iguales estadísticamente, pero diferente a la variedad Relish. En la especie *Trifolium repens* la mejor variedad fue Ladino con 70.00 % seguido por la variedad Weca con 63.33 y en ultimo las variedades Huia y Legacy con 58.33 y 55.00 % de cobertura vegetal.

Según Argote et al. (2004) reportan especies de *Medicago sativa* con mayor cobertura, para el caso de *Trifolium repens* Lujan (2013) reporta valores similares de densidad de plantas, también incluye que esta podría mejorar con abonamiento.

**Tabla 17**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para cobertura vegetal según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Cobertura vegetal, %</b>
<i>Poaceae</i>		
<i>Lolium hybridum</i>		
Shogun	3	81.67 a
Trojan	3	83.33 a
<i>Lolium multiflorum</i>		
Tabú	3	68.33 b
Feast II	3	73.33 b
Super Cruise	3	75.00 a
<i>Lolium perenne</i>		
Lindor II	3	66.67 d
Alto	3	70.00 cd
Viscount	3	66.67 d
Garibaldi	3	66.67 d
Rojan	3	66.67 d
Excess	3	76.67 ab
Base	3	78.33 a
Reward	3	73.33 bc
Calibra	3	60.00 e
Mathilde	3	70.00 cd
<i>Lolium multiflorum ww</i>		
Hogan	3	76.67 a
Ascend	3	75.00 ab
Andes	3	78.33 a
McKinley	3	66.67 c
Surrey Nova	3	75.00 ab
Kodiak	3	71.67 b
<i>Phalaris tuberosinacea</i>		
Confederate	3	66.67
<i>Dactylis glomerata</i>		
Savvy	3	55.00
<i>Festilolium</i>		
Mahulena	3	56.67
<i>Festuca arundinacea</i>		
Festival	3	56.67 a
Quantum II	3	58.33 a

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

la cobertura vegetal para la familia Poaceae se muestran en la tabla 17 en la cual las variedades para la especie *Lolium multiflorum* con el mejor valor fue Super Cruise con 75.00 % pero diferente a las variedades Tabu y Feast II con 68.33 y 73.33 %.





Para la especie *Lolium perenne* las variedades sobresalientes fueron Base y Excess con 78.33 y 76.67 % siendo también iguales estadísticamente, las demás variedades resultan en grupos poco definidos. En la especie *Lolium multiflorum* ww las mejores variedades fueron Andes, Hogan con 78.33 y 76.67 % respectivamente.

## **4.2. RENDIMIENTO DE BIOMASA FORRAJERA VERDE Y MATERIA SECA 46 CULTIVARES EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA SUNI**

### **4.2.1. Rendimiento de biomasa de materia verde**

En la tabla 18 se observa los resultados de los análisis de la varianza para para el rendimiento de biomasa de materia verde según los efectos familia, especie(familia) y la variedad(especie(familia)) resultando altamente significativos, pero el efecto del bloque no resulto significativo.

Las especies forrajeras pertenecen a distintas familias en donde la producción de biomasa de materia verde es muy variable, como se muestran en la tabla 19, se observan las variedades con mayor producción son de la familia Brassicaceae con 599.06 g/m<sup>2</sup>, seguido de las Asteraceae y Poaceae con 209.94 y 211.40 g/m<sup>2</sup> siendo estas familias iguales estadísticamente, le sigue la familia Plantaginaceae con 11.13 g/m<sup>2</sup> y Fabaceae con 114.87 g/m<sup>2</sup>, siendo estas familias estadísticamente diferentes.

**Tabla 18**

*Significancia de los análisis de varianza de efecto principal y por sección, para biomasa de materia verde y rendimiento de MS*

Fuente de variabilidad	Materia verde	Rendimiento de MS
<b>Efecto principal</b>		
Bloque	ns	ns
Familia	**	**
Especie(familia)	**	**
Variedad(especie(familia))	**	**
<b>Secciones de efecto</b>		
<b>Asteraceae</b>		
<i>Cichorium intibus</i>	**	ns
<b>Brassicaceae</b>		
<i>Brassica napus</i>	**	**
<b>Fabaceae</b>		
<i>Medicago sativa</i>	**	**
<i>Trifolium pratense</i>	**	ns
<i>Trifolium repens</i>	**	**
<b>Poaceae</b>		
<i>Festuca arundinacea</i>	ns	ns
<i>Lolium hybridum</i>	**	**
<i>Lolium multiflorum</i>	**	**
<i>Lolium multiflorum ww</i>	**	**
<i>Lolium perenne</i>	**	**

Nota: \*\*: altamente significativo, ns: no significativo

**Tabla 19**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey según familias para producción de materia verde y rendimiento de MS*

Fuente de variabilidad	N	Materia verde, g/m <sup>2</sup>	Rendimiento de MS, kg/ha
Plantaginaceae	3	145.74 c	678.51 d
Asteraceae	6	209.94 b	843.63 c
Brassicaceae	9	599.06 a	3033.38 a
Fabaceae	42	114.87 d	608.00 e
Poaceae	78	211.40 b	873.90 b

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

En la tabla 20 se muestra la producción de biomasa de materia verde de las variedades evaluadas donde las especies *Raphanus satibus* y *Brassica napus* con 904.52 y 446.34 g/m<sup>2</sup> siendo diferentes estadísticamente, en la familia Fabaceae

variedades con mayor producción fue de la especie *Trifolium repens* con 130.63 g/m<sup>2</sup> siendo diferente a todas las especies de la familia, seguido de variedades de *Trifolium subterraneum* y *Medicago sativa* con 118.21 y 115.04 g/m<sup>2</sup> siendo estadísticamente iguales. En la familia poaceae se observaron variedades con mayor productividad de las especies *Lolium hybridum*, *Lolium multiflorum ww*, *Lolium multiflorum* y *Lolium perenne* con 329.17, 261.74, 245.10 y 200.27 g/m<sup>2</sup> respectivamente siendo todos los mencionados diferentes estadísticamente.

**Tabla 20**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para materia verde de especies forrajeras para cada familia*

Fuente de variabilidad	N	Materia verde, g/m <sup>2</sup>	Rendimiento de MS, kg/ha
<b>Plantaginaceae</b>			
<i>Plantago major</i>	3	145.74	678.51
<b>Asteraceae</b>	6		
<i>Cichorium intibus</i>	6	209.94	843.63
<b>Brasicasea</b>	9		
<i>Raphanus satibus</i>	3	904.52 a	4681.97 a
<i>Brassica napus</i>	6	446.34 b	2209.09 b
<b>Fabaceae</b>	42		
<i>Trifolium subterraneum</i>	3	118.21 b	626.91 a
<i>Trifolium repens</i>	12	130.63 a	603.44 ab
<i>Medicago sativa</i>	18	115.04 b	624.69 a
<i>Trifolium pratense</i>	9	92.38 c	574.41 b
<b>Poaceae</b>	78		
<i>Lolium hybridum</i>	6	329.17 a	1034.99 a
<i>Lolium multiflorum</i>	9	245.10 c	883.72 c
<i>Lolium perenne</i>	30	200.27 d	901.90 c
<i>Lolium multiflorum ww</i>	18	261.74 b	992.44 b
<i>Phalaris tubererinacea</i>	3	111.00 e	634.36 de
<i>Dactylis glomerata</i>	3	105.17 ef	655.44 d
<i>Festilolium</i>	3	105.27 e	590.71 ef
<i>Festuca arundinacea</i>	6	104.03 f	573.08 f

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.

En la familia Poaceae las variedades más productivas fueron del género *Lolium* que son *Lolium hybridum*, *Lolium multiflorum ww*, *Lolium multiflorum* y

*Lolium perenne* con 329.17, 261.74, 245.10 y 200.27 g/m<sup>2</sup> respectivamente siendo todos diferentes estadísticamente, las demás variedades un grupo poco definido como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 21**

Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia verde y MS según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae

Factor	N	Materia verde, g/m <sup>2</sup>	Rendimiento de MS, kg/ha
<b>Plantaginaceae</b>			
<i>Plantago major</i>			
Tonic	3	145.74	678.51
<b>Asteraceae</b>			
<i>Cichorium intibus</i>			
Puna II	3	185.89 b	820.05 a
SESE 100	3	233.98 a	867.21 a
<b>Brassicasea</b>			
<i>Raphanus satibus</i>			
Groundhog	3	904.52	4681.97
<i>Brassica napus</i>			
Green globe	3	404.89 b	2106.72 b
Titan	3	487.78 a	2311.45 a
<b>Fabaceae</b>			
<i>Trifolium subterraneum</i>			
Leura	3	118.21	626.91
<i>Medicago sativa</i>			
SW – 10	3	168.51 a	741.61 a
W – 350	3	102.99 d	617.68 bc
Hostus 401	3	141.24 b	651.84 b
Stamino 5	3	120.30 c	627.33 b
W – 450	3	79.79 e	548.88 e
SW – 8210	3	77.43e	560.80 ce
<i>Trifolium pratense</i>			
Tuscan	3	101.16 a	573.92 a
Relish	3	90.94 b	595.44 a
Americano	3	85.05 b	553.88 a
<i>Trifolium repens</i>			
Ladino	3	157.44 a	654.87 a
Weka	3	146.96 b	631.60 a
Huia	3	136.97 c	567.99 b
Legacy	3	81.17 d	559.32 b

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.



La variedad Groundhog resulto con una producción 904.52 g/m<sup>2</sup> de materia verde siendo el más alto, seguido Green globe y Titan con 487.78 y 404.89 g/m<sup>2</sup> de *Brassica napus* resultaron los mejores en producción de materia verde de todas las especies siendo estas dos diferentes estadísticamente, para la especie *Cichorium intibus* sus variedades Puna II y SESE 100 con 185.89 y 233.98 g/m<sup>2</sup> resultaron también diferentes.

En la especie *Medicago sativa* las variedades SW – 10, Hostus 401, Stamino 5 y W – 350 con 168.51, 141.24, 120.30 y 102.99 g/m<sup>2</sup> respectivamente son todos diferentes estadísticamente, también W – 450 y SW – 8210 con 79.79 y 77.43 g/m<sup>2</sup> resultaron iguales estadísticamente, Vilcara y Passoni (2023) reportan valores similares en condiciones de valle interandino en la sierra central del Perú, valores mas altos es reportado por Argote et al. (2004) en condiciones de la región Puno pero al primer año de siembra.

En la especie *Trifolium pratense* la variedad sobre saliente fue Tuscan con 101.16 g/m<sup>2</sup> resultando diferente a las variedades Relish y Americano con 90.94 y 85.05 g/m<sup>2</sup> respectivamente,

En la especie *Trifolium repens* la variedad sobresaliente fue Ladino, seguido de Weka, Huia y Legacy con 157.44, 146.96, 136.97 y 81.17 g/m<sup>2</sup> respectivamente donde todos son diferentes estadísticamente, los resultados obtenidos son similares al reporte de Lujan (2013) donde recomienda que para aumentar los rendimientos se debería realizar abonamientos.

En la familia Poaceae las variedades que mostraron mayor producción de materia verde fueron Trojan y Shogun de *Lolium hybridum* que a la vez son diferentes, en la especie *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* y *Lolium*

*multiflorum* ww cada una de sus variedades resultaron diferentes estadísticamente, otras especies como *Phalaris tubererinacea*, *Dactylis glomerata*, *Festilolium* y *Festuca arundinacea* mostraron una producción baja de materia verde.

**Tabla 22**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia verde según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Materia verde, g/m<sup>2</sup></b>
<b>Poaceae</b>		
<i>Lolium hybridum</i>		
Shogun	3	315.91 b
Trojan	3	342.43 a
<i>Lolium multiflorum</i>		
Tabú	3	221.08 c
Feast II	3	253.34 b
Super Cruise	3	260.90 a
<i>Lolium perenne</i>		
Lindor II	3	242.17 b
Alto	3	257.16 a
Viscount	3	197.79 d
Garibaldi	3	148.77 e
Rojan	3	240.46 b
Excess	3	209.84 c
Base	3	237.57 b
Reward	3	196.68 d
Calibra	3	118.47 f
Mathilde	3	153.83 e
<i>Lolium multiflorum ww</i>		
Hogan	3	270.55 c
Ascend	3	260.72 d
Andes	3	277.28 b
McKinley	3	223.52 f
Surrey Nova	3	301.29 a
Kodiak	3	237.06 e
<i>Phalaris tubererinacea</i>		
Confederate	3	111.00
<i>Dactylis glomerata</i>		
Savvy	3	105.17
<i>Festilolium</i>		
Mahulena	3	105.27
<i>Festuca arundinacea</i>		
Festival	3	101.81 a
Quantum II	3	106.24 a

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.



#### 4.2.2. Rendimiento de materia seca

En la tabla 18 se observa los resultados de los análisis de la varianza para para el rendimiento de MS según los efectos familia, especie(familia) y la variedad(especie(familia)) resultando altamente significativos, donde el efecto del bloque no resulto significativo.

la producción de materia seca, como se muestran en la tabla 19, donde las variedades con mayor producción están en la familia Brassicaceae con 3033.38 kg/ha, seguido de Poaceae con 873.90 kg/ha, Asteraceae con 843.63 kg/ha, le sigue la familia Plantaginaceae con 678.51 kg/ha y Fabaceae con 608.00 kg/ha, siendo estas familias estadísticamente diferentes.

En la tabla 20 se observa a familia Brasicasea donde la especie de mayor producción de materia seca fue *Raphanus satibus* con 4681.97 kg/ha seguido de la especie *Brassica napus* con 2209.09 kg/ha con diferencias estadísticas. En la familia Fabaceae las especies *Trifolium subterraneum* y *Medicago sativa* con rendimientos de 626.91 y 624.69 kg/ha respectivamente son iguales estadísticamente, el *Trifolium repens* y *Trifolium pratense* con un rendimiento bajo de 603.44 y 574.41 kg/ha también son iguales estadísticamente.

Los valores observados de variedades de *Medicago sativa* son inferiores al reporte de Argote et al. (2004) en la región de puno y al reporte de Lujan (2013) quienes estiman producciones que sobrepasan la tonelada métrica por ha de sembrío, a nivel de valle interandino (Vilcara y Passoni (2023) reportan rendimientos que sobrepasan los 2 toneladas.

En la familia Poaceae las variedades de la especie *Lolium hybridum* con 1034.99 kg/ha seguido de *Lolium multiflorum ww* con 992.44 kg/ha resultaron con los mejores rendimientos de materia seca además sus diferencias son





estadísticamente diferentes, las especies de *Lolium multiflorum* y *Lolium perenne* con 883.72 y 901.90 kg/ha resultaron iguales estadísticamente, las demás especies mostraron un rendimiento bajo.

A nivel de variedades la mejor producción se observó por Groundhog de *Raphanus satibus* con 4681.97 kg/ha, seguido por las variedades de *Brassica napus* con 2311.45 y 2106.72 kg/ha para Titan y Green globe respectivamente. Las variedades de alfalfa se observó una producción de 741.61 kg/ha para la variedad de SW – 10 además diferente a las demás variedades, seguido por Hostus 401 y Stamino 5 con 651.84 y 627.33 kg/ha siendo iguales estadísticamente. En las variedades de tréboles se muestran dos grupos estadísticos conformado por Ladino y Weka con 654.87 y 631.60 kg/ha, y de Huia y Legacy con 567.99 y 559.32 kg/ha respectivamente.

Las variedades de la familia Poaceas se observó mejores producciones de variedades Alto con 1675.56 kg/ha de *Lolium perenne*, seguido de Viscount y Rojan con 994.52 y 937.23 kg/ha respectivamente seguido de Lindor II, Base y Excess con 867.31, 864.15 y 849.69 kg/ha, otras variedades para la especie con calores menores. La variedad Surrey Nova de *Lolium multiflorum ww* también con buen rendimiento de 1131.88 kg/ha, en todas sus variedades los rendimientos de materia seca son diferentes estadísticamente, variedades de especies como *Phalaris tubererinacea*, *Dactylis glomerata*, *Festilolium* y *Festuca arundinacea* mostraron rendimientos bajos en materia seca.

**Tabla 23**

*Comparación múltiple de promedios de Tukey para la producción de materia seca según variedades y especies forrajeras para la familia Poaceae*

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Rendimiento de MS, kg/ha</b>
<b>Poaceae</b>		
<i>Lolium hybridum</i>		
Shogun	3	995.25 b
Trojan	3	1074.73 a
<i>Lolium multiflorum</i>		
Tabú	3	801.61 c
Feast II	3	861.77 b
Super Cruise	3	987.76 a
<i>Lolium perenne</i>		
Lindor II	3	867.31 c
Alto	3	1675.56 a
Viscount	3	994.52 b
Garibaldi	3	604.96 e
Rojan	3	937.23 b
Excess	3	849.69 c
Base	3	864.15 c
Reward	3	810.48 c
Calibra	3	691.83 d
Mathilde	3	723.24 d
<i>Lolium multiflorum ww</i>		
Hogan	3	981.93 c
Ascend	3	1051.95 b
Andes	3	975.80 c
McKinley	3	871.13 d
Surrey Nova	3	1131.88 a
Kodiak	3	941.93 c
<i>Phalaris tubererinacea</i>		
Confederate	3	634.36
<i>Dactylis glomerata</i>		
Savvy	3	655.44
<i>Festilolium</i>		
Mahulena	3	590.71
<i>Festuca arundinacea</i>		
Festival	3	573.65 a
Quantum II	3	572.51 a

Nota: letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadística significativa.



### **4.3. ESTIMAR EL COSTO DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE LAS VARIEDADES FORRAJEROS EN ESTUDIO.**

Con respecto al objetivo específico 3; Estimar el costo de producción y rentabilidad de las variedades forrajeros en estudio; se encontraron los siguientes resultados:

En la tabla 24, se aprecia los costos de producción y rentabilidad de las variedades forrajeros en estudio; indicando que las 46 variedades en estudio presentaron un costo de producción estimado de S/. 91.08; respectivamente; no obstante, con respecto a la rentabilidad, la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus*; presento el mayor porcentaje de rentabilidad en comparación a las demás variedades; con 414.07%, respectivamente.

**Tabla 24**

*Costos de producción y rentabilidad de las variedades forrajeras*

N°	Variedad	Especie	Costo fijo (S/)	Costo variable (S/)	Costo de producción (S/)	Precio del cultivo (Soles/kg)	Rendimiento de biomasa seca (kg/m <sup>2</sup> )	Ingreso total (S/)	Ingreso neto (S/)	Índice de rentabilidad (%)
1	Viscount	<i>Lolium perenne</i>	50	41.08	91.08	1	99.45	99.45	8.38	9.20
2	Alto	<i>Lolium perenne</i>	50	41.08	91.08	1	167.56	167.56	76.48	83.97
3	Rojan	<i>Lolium perenne</i>	50	41.08	91.08	1	93.72	93.72	2.65	2.91
11	Shogun	<i>Lolium hybridum</i>	50	41.08	91.08	1	99.53	99.53	8.45	9.28
12	Trojan	<i>Lolium hybridum</i>	50	41.08	91.08	1	107.47	107.47	16.40	18.00
14	Super	<i>Lolium multiflorum</i>	50	41.08	91.08	1	98.78	98.78	7.70	8.45
	Cruise									
16	Ascend	<i>Lolium multiflorum ww</i>	50	41.08	91.08	1	100.64	100.64	9.57	10.50
17	Hogan	<i>Lolium multiflorum ww</i>	50	41.08	91.08	1	108.09	108.09	17.02	18.68
18	Surrey	<i>Lolium multiflorum ww</i>	50	41.08	91.08	1	104.26	104.26	13.18	14.47
	Nova									
19	Andes	<i>Lolium multiflorum ww</i>	50	41.08	91.08	1	93.69	93.69	2.62	2.88
44	Titan	<i>Brassica napus</i>	50	41.08	91.08	1	231.15	231.15	140.07	<b>153.79</b>
45	Green globe	<i>Brassica napus</i>	50	41.08	91.08	1	210.67	210.67	119.60	<b>131.31</b>
46	Groundhog	<i>Raphanus satibus</i>	50	41.08	91.08	1	468.20	468.20	377.12	<b>414.07</b>



Dichos resultados con respecto al estudio realizado por Sajami (2022), presentan características diferentes; el cual empleo cuatro especies forrajeras *Morus nigra* “MORERA”, *Erythrina* sp “AMASISA”, *Tithonia diversifolia* “BOTON DE ORO” y *Gliricidia sepium* “AMASISA”; encontrando que el forraje *Tithonia diversifolia* “Botón de oro”; logro los mejores resultados; encontrando un rendimiento en materia verde de 2.14 kg/m<sup>2</sup>, y materia seca de 0.43 kg/m<sup>2</sup> a los 60 días después de la siembra; siendo inferiores a los datos hallados en el presente estudio; todo ello conllevando a decir que las variedades en la zona agroecológica suni presenta buenos rendimientos; Así mismo con respecto al estudio realizado por Prudencio, Nilda, Chagray, Airahuacho, & Maguiña (2020), tampoco se asemejan el cual empleo 3 variedades *Pennisetum* sp. (maralfalfa), *Pennisetum purpureum* Schum (pasto camerún) y *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* (king grass) en el valle altoandino de Ancash; siendo en este caso que el rendimiento forrajero de la variedad camerún obtuvo el mayor rendimiento de materia seca 12.9ton/Ha. respaldados en el mayor rendimiento de materia seca el pasto Camerún sería la especie recomendada a cultivar con respecto al rendimiento; Y finalmente con respecto al estudio de Pacco (2018), empleo la cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana – Puno; encontrando que el rendimiento de biomasa del forraje verde, en cebada con la aplicación de Biogyz se tuvo 18.67 kg/m<sup>2</sup>, seguido de Seaweed Creme con 16.17 kg/m<sup>2</sup>; en avena con la aplicación de Biogyz se tuvo 16.83 kg/m<sup>2</sup>, seguido de Seaweed Creme con 15.17 kg/m<sup>2</sup>.



## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que las variedades forrajeras que más resaltaron en las características agronómicas de altura, densidad y cobertura de la planta, fueron; el cultivar Groundhog de la especie *Raphanus satibus*; con 29.30cm de altura, 63plantas/m<sup>2</sup>; y 90% de cobertura; al igual que la variedad Green globe de la especie *Brassica napus* con 19.67cm de altura, 89plantas/m<sup>2</sup>; y 82% de cobertura.
- El mejor rendimiento de la biomasa forrajera verde y seca la obtuvo la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus*; con 904.52 g/m<sup>2</sup> en MV; y 4681.97 kg/ha en MS; todo ello en condiciones agroecológicas de la zona Suni de la región.
- El costo de producción para cada variedad asciende a S/. 91.08; mientras que la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus*; presento una buena rentabilidad en comparación a los demás; con 414.07%, respectivamente.



## VI. RECOMENDACIONES

- Emplear la variedad Groundhog de la especie *Raphanus satibus* por su adecuado comportamiento agronómico y por adecuada adaptabilidad a las condiciones del altiplano puneño en comparación a otras variedades.
- Para futuros proyectos de investigación emplear biofertilizantes orgánicos para la mejora de las características agronómicas de las variedades.
- Repetir este estudio; en otras zonas agroecológicas de la región y del país; para conocer el comportamiento productivo en diferentes zonas
- Cosechar la biomasa forrajera de las variedades entre los 90 y 120 días después de la siembra con ello se logrará la máxima altura de planta, densidad de la planta, rendimiento de la planta y la mejor producción de forraje.
- Para lograr la mayor rentabilidad en el rendimiento de las variedades forrajeras, aplicar al cultivo abonos foliares orgánicos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argote, G., Halanoca, M., & Cabrera, P. (2004). Comparativo y adaptación de variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en el altiplano de Puno. *Artículos preliminares*, 1-11. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/598>
- Arias Arredondo, A. G., Cruz Luis, J. A., Pantoja Aliaga, C. E., Yali Rupay, F., Bermúdez Alvarado, W. S., & Morales Sebastian, E. R. (2021). Rendimiento forrajero y valor nutritivo de dos variedades de Avena sativa (Criolla y Mantaro-15), en la sierra central del Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 54-60. <https://doi.org/10.53287/pccm3923xs47i>
- Blanco, C., Espinoza, J., & Tarqui, M. (2023). PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE DOS VARIEDADES DE AVENA ( Avena sativa ) EN CONDICIONES DE CORTE Production and forage quality of two oats ( Avena sativa ) varieties under cutting conditions. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10, 0-2.
- Bustinza, J. F. (2018). *Efecto de la aplicación de abonos foliares orgánicos a base de algas marinas y biol sobre el rendimiento de semilla de avena (avena sativa l.) En el cip camacani – UNA PUNO*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Calamullo, Y. (2018). Produccion de mezclas de gramineas forrajeras a diferentes densidades de siembra y niveles de fertilizacion nitrogenada en Juli – Puno. En *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Canals, R. (2019). *Festulolium perenne*. Herbario de la Universidad Publica de Navarra.
- Castillo Aguilar, C. de la C., Chiquini Medina, R. A., De la Cruz Chi, E. N., Pech May, N. J., & Guerrero Turriza, H. O. (2019). Desarrollo fenológico y producción de





- biomasa del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) cultivado en el sureste mexicano. *Agro Productividad*, 12(12), 87-92. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1424>
- Chambi, L. (2022). *Evaluación espermática de alpacas reproductores Huacaya alimentado con pastos cultivados (Rye Grass - Trébol) del centro experimental la Raya - UNA PUNO*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cichota, R., McAuliffe, R., Lee, J., Minnee, E., Martin, K., Brown, H. E., Moot, D. J., & Snow, V. O. (2020). Forage chicory model: Development and evaluation. *Field Crops Research*, 246(October 2018). <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107633>
- Collanqui, V. (2019). Características morfológicas, agronómicas, rendimiento y contenido nutricional de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) de pulpa amarilla en Salcedo Puno, Perú. En *Repositorio UNAP*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Farfán Loaiza, R. D., & Farfán Tenicela, E. R. (2012). Producción de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales altoandinos. *Inia*, 249.
- Flores Mariazza, E., Ruiz Chamorro, J., Zárate Díaz, R., & Sono A, B. (2022). Manual de siembra de pastos cultivados para mejorar el manejo nutricional del ganado. En *Fontagro*.
- Giusti, C., Baiker, J., Mavila, M., & Sotomayor, J. (2018). *Camélidos: Una oportunidad de desarrollo en los andes del sur del Perú* (Vol. 20).
- Gómez, C. (2018). Brassica. *CRUCIFERAE – BRASSICAEAE*, 23.
- González Blanco, J. L., González Paneque, O., Pueta Arias, A., Machacado Castillo, J., & Miranda Cabrera, I. (2018). Rendimiento en dos cultivares de *Pennisetum purpureum* Schumacher a diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral.



- Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1(April), 1-8.
- Jean-Baptiste, L. (2023). *Lolium multiflorum*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Joseph, D. (2023). *Lolium hybridum*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Linneo, C. (2023a). *Lolium perenne*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Linneo, C. (2023b). *Phalaris*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Linneo, C. (2024). *Dactylis glomerata*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Lujan, J. (2013). Establecimiento del Trébol Blanco (*Trifolium Repens*), en Condición de Bofedal, con Diferentes Niveles de Abonamiento Orgánico en la Zona de Cosapa, Oruro [Universidad Mayor De San Andrés]. En *UMSA*.  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/9805/T-1465.pdf?sequence=1>
- Mamani, B. (2017). *Evaluación de dos sistemas de labranza mínima en el rendimiento de biomasa de tres cultivares de avena forrajera (Avena sativa L.) en el CIP Illpa*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Mery Vivar, H., Juan Olazábal, L., & Felipe San Martín, H. (2019). Comparison of blood urea nitrogen level between weaned alpacas and llamas grazing cultivated pastures. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 30(1), 193-200.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15691>
- Nava Berumen, C. A., Carrete Carreón, F. O., Rosales Serna, R., Reyes Estrada, O., Domínguez Martínez, P. A., & Herrera Torres, E. (2021). Rendimiento y calidad de forraje obtenido con el pasto maralfalfa cosechado a diferentes edades de rebrote en Durango, México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de*



- Aguascalientes*, 29(84). <https://doi.org/10.33064/iycuaa2021843070>
- Navarro, R. (2024). *Brassica napus*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- Olivera-castro, Y., Azevedo, M. M., & Arias-avilés, L. L. (2022). Yield and nutritional quality of the pastureland of the Ressacada farm in Florianópolis–SC, Brazil. *Pastos y Forrajes*, 45, 1-7.
- Ozkose, A., & Tamkuc, A. (2014). Morphological and Agronomic Characteristics of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Genotypes. *Turkish Journal Of Field Crops*, 19(2), 231. <https://doi.org/10.17557/tjfc.15567>
- Pacco Cahuana, J. C. (2018). Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en cabana - puno. *Repositorio Institucional UNA-PUNO*, 122.
- Prudencio, V. D. M., Hidalgo, V. Y. N., Chagray, A. N. H., Airahuacho, B. F. E., & Maguiña, M. R. M. (2020). Producción y calidad forrajera de tres especies del género *Pennisetum* en el Valle Altoandino de Ancash. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(1), 21-29.
- Ramírez, A. (2011). *PRODUCCIÓN DE Festuca arundinacea Schreb . SEMBRADA SOLA Y EN MEZCLA CON Dactylis glomerata L . EN UN ANDISOL DE LA REGION DE LA ARAUCANIA .* Universidad de la Frontera.
- Rosell-alonso, G. (2018). *Rendimiento forrajero y sus componentes según la frecuencia de corte de Forage yield and its components according to the cutting frequency of.* 29(2), 425-431. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.30436>
- Sajami, D. (2022). *Comportamiento de cuatro especies arbutivas y su rendimiento*



- forrajero, Zungarococha, Perú – 2021. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.*
- Sucapuca, L. (2018). Microorganismos eficaces (EM.) en la producción de forraje en épocas de invierno en el CIP Illpa - FCA- UNA-Puno - 2018. *Universidad Nacional Del Altiplano de Puno, 051*, 1-89.
- Terroba, N., Flores M., E., & Cañazaca, E. (2024). Implicancias del manejo de una pastura cultivada en seco y la respuesta al abonamiento. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 26(1)*, 16-23. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.569>
- Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., & Salas, C. (2019). Microbial enrichment vermicompost under two production system and its effects on radish (*Raphanus sativus* L.) production. *Scientia Agropecuaria, 10(2)*, 229-239. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.08>
- Vilcara Cárdenas, E. A., & Passoni Telles, F. J. (2023). CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE TRES VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ. *Anales Científicos, 84(2)*, 110-116. <https://doi.org/10.21704/ac.v84i2.2000>
- Villa, M., Ceballos, D., Lexow, G., Bobadilla, S., Buratovich, O., & Tracaman, J. (2022). Utilización de rábanos en engorde de corderos en el oeste de Chubut. *Revista Argentina de Producción Animal, 42(01)*, 281-329.



## ANEXOS

**Tabla 25**

*análisis de varianza para altura de planta*

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
BLOQ	2	90	0.84	0.4337
FAMILIA	4	90	320.58	<.0001
ESPECIE(FAMILIA)	11	90	52.44	<.0001
CULTI(FAMILI*ESPECI)	30	90	12.15	<.0001

**Tabla 26**

*análisis de varianza para densidad de planta*

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
BLOQ	2	90	0.17	0.8438
FAMILIA	4	90	117.34	<.0001
ESPECIE(FAMILIA)	11	90	63.48	<.0001
CULTI(FAMILI*ESPECI)	30	90	26.83	<.0001

**Tabla 27**

*análisis de varianza para cobertura vegetal*

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
BLOQ	2	90	0.97	0.3813
FAMILIA	4	90	142.07	<.0001
ESPECIE(FAMILIA)	11	90	48.67	<.0001
CULTI(FAMILI*ESPECI)	30	90	9.9	<.0001

**Tabla 28**

*análisis de varianza para materia verde*

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
BLOQ	2	90	0.62	0.5407
FAMILIA	4	90	34408	<.0001
ESPECIE(FAMILIA)	11	90	4695.25	<.0001
CULTI(FAMILI*ESPECI)	30	90	275.97	<.0001

**Tabla 29**

*análisis de varianza para la producción de materia seca*

Efecto	Num DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
BLOQ	2	90	1.17	0.3142
FAMILIA	4	90	9571.79	<.0001
ESPECIE(FAMILIA)	11	90	922.91	<.0001
CULTI(FAMILI*ESPECI)	30	90	66.46	<.0001



**Figura 19**

*preparativos en la parcela para la siembra de variedades forrajeras.*



**Figura 20**

*Crecimiento de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales y evaluación de altura de planta*





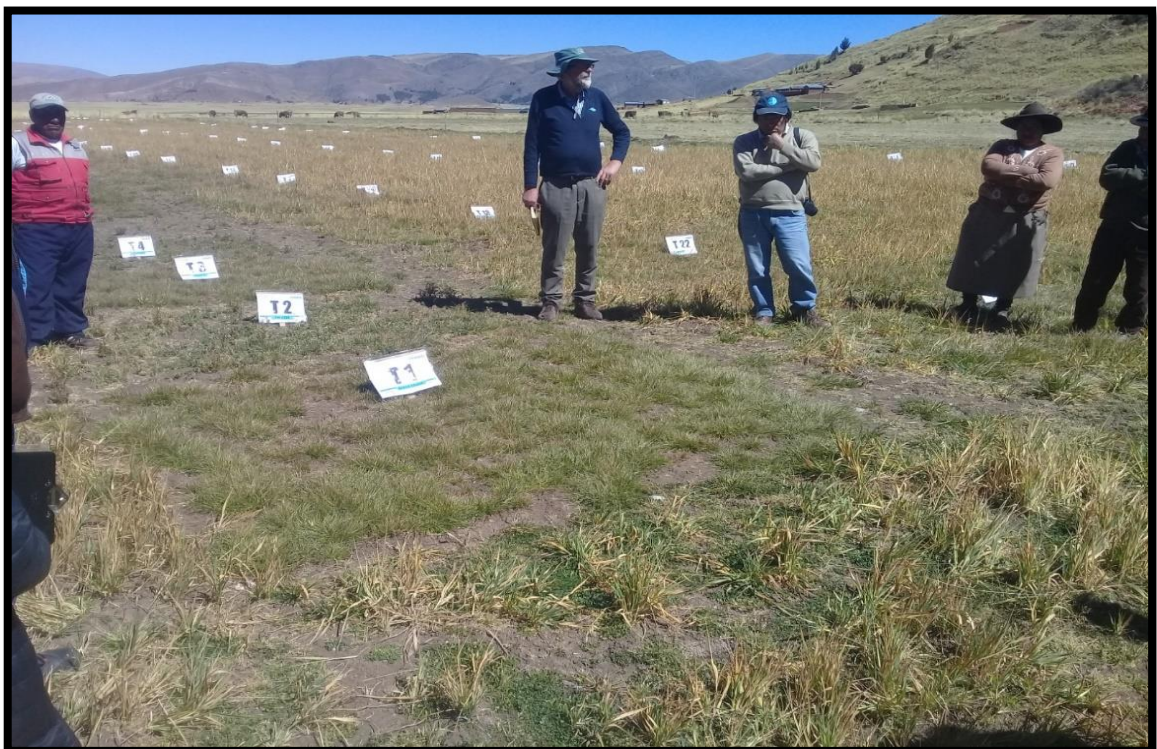
**Figura 21**

*Identificación de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales*



**Figura 22**

*Identificación de las variedades forrajeras en las parcelas experimentales*





### Figura 23

*Pesaje de las variedades forrajeras en una balanza analítica y preparación de muestras para la obtención de materia seca*







### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Edil Cristhian Zambrano Lipa,  
identificado con DNI 73445788 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ Evaluación del Rendimiento Forrajero de Cuarenta y seis Variedades  
de pastos cultivados en la zona Agroecológica Suni en Huanacane -  
Puno ”

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de Julio del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Edil Cristhian Zambiano Lipa,  
identificado con DNI 73445788 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ Evaluación del Rendimiento forrajero de Cuarenta y seis Variedades de pastos cultivados en la zona Agroecológica Suci en Huancane - Puno ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

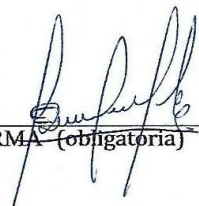
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Julio del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella