



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



**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO, RENDIMIENTO Y  
VALOR NUTRITIVO DE CUATRO ASOCIACIONES  
FORRAJERAS A DIFERENTES DENSIDADES EN SECANO, EN  
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ILLPA INIA – PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. HERNAN FLORES MIRANDA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO, RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE CUATRO ASOCIACIONES FORRAJERAS A DIFERENTES DENSIDADES EN SECANO, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA ILLPA INIA – PUNO**

AUTOR

**HERNAN FLORES MIRANDA**

RECuento DE PALABRAS

**17672 Words**

RECuento DE CARACTERES

**95431 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**86 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**908.8KB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 23, 2024 1:20 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 23, 2024 1:21 PM GMT-5**

### ● 16% 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 11 palabras)



Dr. Pablo Antonio Beltrán  
Barriga



Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.  
Cod. 82081 CIP: 24042

Resumen



## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y bendición por otorgándome las fuerzas para ser perseverante en alcanzar mis metas trazadas.

A mis queridos padres, Victor Flor Flores Salcedo y Maria Juana Miranda Castillo, por haberme formado como persona, apoyándome incondicionalmente, adquirido el empetu para progresar y alcanzar mis metas.

A mis Hermanos(as) y a mis queridos amigos por su aliento, comprensión que creyeron en mí y me brindaron su apoyo para seguir adelante.

**Henan Flores Miranda**



## AGRADECIMIENTOS

A mi primera casa de estudios a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en su entorno y por proporcionarme los recursos necesarios para mi desarrollo profesional.

A nuestra prestigiosa escuela profesional de Ingeniería Agronómica, por ofrecerme una educación de calidad y por el constante apoyo académico de los docentes.

Agradezco a mi asesor de tesis Dr. Pablo Antonio Beltran Barriga, por su guía, disponibilidad y generosidad por compartir su amplia experiencia y conocimiento. Por su colaboración hizo que este trabajo se culminara satisfactoriamente.

También quiero expresar mi sincero agradecimiento a los miembros de jurados, M.Sc. Ferdynand Marcos Huancani Pacori, Dr. Mario Flores Aroni, M.Sc. Felix Supo Halanoca, por su tiempo, dedicación y valiosas observaciones. Su experiencia y conocimiento han sido fundamental para la mejora y culminación de este trabajo.

Al Institución Nacional de Innovación Agraria (INIA) Estación Experimental Agraria Illpa - Puno, que me han recibido con las puertas abiertas y por permitir realizar mi investigación.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una otra forma contribuyó en mi vida profesional.

**Hernan Flores Miranda**



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 13**

**ABSTRACT..... 14**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 17**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 17**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES ..... 18**

2.1.1. A nivel internacional ..... 18

2.1.2. A nivel nacional ..... 20

2.1.3. A nivel local ..... 23

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 24**

2.2.1. La asociación forrajera..... 24

2.2.1.1. Importancia de las asociaciones forrajeras..... 25



2.2.1.2. Ventajas de las asociaciones forrajeras.....	25
2.2.1.3. Desventajas de las asociaciones forrajeras.....	26
2.2.2. Importancia de las leguminosas y gramíneas.....	27
2.2.3. Características de la leguminosa.....	27
2.2.4. Medicado sativa - Alfalfa W-350 (dormancia 3.8).....	28
2.2.4.1. Morfología general.....	28
2.2.4.2. Crecimiento de la alfalfa.....	28
2.2.4.3. Rebrote de la alfalfa.....	29
2.2.4.4. Acumulación de forraje.....	29
2.2.4.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica.....	30
2.2.5. Requerimientos ambientales.....	32
2.2.6. Características de las gramíneas.....	38
2.2.7. <i>Dactylis glomerata</i> L. (Pasto azul).....	38
2.2.7.1. Descripción Taxonómica.....	38
2.2.7.2. Descripción Botánica.....	38
2.2.7.3. Momento de corte en relación al número de las hojas (intervalo de pastoreo).....	39
2.2.7.4. Condiciones Ecológicas para gramíneas.....	40
2.2.7.5. Manejo del Cultivo.....	40
2.2.8. <i>Cichorium intybus</i> (Achicoria).....	41
2.2.8.1. Clasificación taxonómica.....	42
2.2.8.2. Descripción botánica.....	42
2.2.9. <i>Plantago lanceolata</i> (Llantén forrajero).....	42
2.2.9.1. Clasificación taxonómica.....	43
2.2.9.2. Descripción botánica.....	43



2.2.10. Valores nutricionales de especies forrajeras .....	44
2.2.10.1. Proteína Cruda.....	44
2.2.10.2. Fibra (FDN).....	45
2.2.10.3. Grasa .....	45

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2. MATERIALES.....</b>	<b>48</b>
3.2.1 A nivel del campo .....	48
3.2.2 A nivel del Laboratorio .....	48
<b>3.3. MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
3.3.1. Características generales del experimento .....	49
3.3.2. Tratamientos evaluados.....	50
3.3.3. Distribución experimental .....	50
3.3.4. Diseño estadístico del experimento.....	51
<b>3.4. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>52</b>
3.4.1. Material biológico .....	52
3.4.2. Muestreo y análisis de fertilidad del suelo .....	52
3.4.3. Preparación del terreno .....	52
3.4.4. Marcado del área experimental .....	53
3.4.5. Siembra .....	53
<b>3.5. PARÁMETROS A EVALUAR.....</b>	<b>54</b>
3.5.1. Establecimiento por asociación de especies forrajeras .....	54
3.5.1.1. Supervivencia (N° de plantas/0.025 m <sup>2</sup> ).....	54
3.5.1.2. Cobertura vegetal (%).....	54



3.5.2. Rendimiento por asociación de especies forrajeras .....	55
3.5.2.1. Materia verde (MV) (g/0.25m <sup>2</sup> ) .....	55
3.5.2.2. Digestibilidad in Vitro de Materia seca (DVMS) (%) .....	55
3.5.3. Valor nutricional por asociación de especies forrajeras.....	56
3.5.3.1. Proteína bruta (%) .....	56
3.5.3.2. Fibra detergente neutro (%) .....	57
3.5.3.3. Ceniza (%).....	59

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. EFECTO DE ASOCIACIONES DE ESPECIES FORRAJERAS. ....</b>	<b>60</b>
4.1.1. Establecimiento por asociación de especies forrajeras .....	60
4.1.2. Rendimiento por asociaciones de especies forrajeras .....	62
4.1.3. Valor nutricional por asociación de especies forrajeras.....	65
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

**AREA:** Ciencias Agrarias

**TEMA:** Manejo agronómico de pastos y forrajes, praderas nativas y ecosistemas agroecológicos.

**FECHA DE SUSTENTACION:** 28 de octubre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Rendimiento de materia seca y proteína .....	45
<b>Tabla 2</b> Materiales, equipos y reactivos a nivel del laboratorio.....	48
<b>Tabla 3</b> Distribución de tratamientos .....	50
<b>Tabla 4</b> Efecto de cuatro asociaciones en relación de <i>Dactylis glomerata</i> L. de flor temprana y tardía sobre el establecimiento de especies forrajeras.....	61
<b>Tabla 5</b> Efecto de cuatro asociaciones en relación a <i>Dactylis glomerata</i> L. de flor temprana y tardía sobre rendimiento .....	64
<b>Tabla 6</b> Efecto de cuatro asociaciones en relación de <i>Dactylis glomerata</i> L. de flor temprana y tardía sobre calidad de la dieta forrajera.....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Acumulación de forraje.....	29
<b>Figura 2</b> Ubicación de la zona de investigación.....	47
<b>Figura 3</b> Croquis de distribución de los tratamientos experimentales.....	51
<b>Figura 4</b> Fotografía que ilustra (a) mullido del terreno y (b) nivelado del terreno ....	53
<b>Figura 5</b> Fotografía que ilustra (a) Marcado del área experimental y (b) Marcado de las unidades experimentales. ....	53
<b>Figura 6</b> Fotografía que nos ilustra (a) Área de cobertura y (b, c y d) establecimiento de especies en las unidades experimentales.....	54
<b>Figura 7</b> Fotografía que nos ilustra (a) muestreo de bioamasa, (b) pesado de materia verde, (c y d) muestras para DVMS.....	56
<b>Figura 8</b> Fotografía que ilustra el proceso para determinación Proteína cruda.....	57
<b>Figura 9</b> Fotografías que ilustra el proceso para determinación FDN. ....	59



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Base de datos del experimento .....	78
<b>ANEXO 2</b> Análisis de varianza (ANVA) para sobrevivencia de plantas .....	79
<b>ANEXO 3</b> ANVA para cobertura vegetal (%) .....	79
<b>ANEXO 4</b> ANVA para materia verde (g/0.25/m <sup>2</sup> ) .....	79
<b>ANEXO 5</b> ANVA para materia seca (%).....	80
<b>ANEXO 6</b> ANVA para proteína cruda (%).....	80
<b>ANEXO 7</b> ANVA para fibra detergente neutra (%).....	81
<b>ANEXO 8</b> ANVA para ceniza (%).....	81
<b>ANEXO 9</b> Resultados de análisis del rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras.....	82
<b>ANEXO 10</b> Análisis de suelo del área del experimento .....	83
<b>ANEXO 11</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	85
<b>ANEXO 12</b> Autorización para el depósito de tesis al repositorio institucional .....	86



## ACRÓNIMOS

CO <sub>2</sub> :	Anhídrido carbónico
O <sub>2</sub> :	Oxígeno
pH:	Potencial de hidrógeno
LER:	Relación equivalente de la tierra
CR:	Relación de competencia
A:	Agresividad
AYL:	Pérdida de rendimiento real
MS:	Materia seca
MV:	Materia verde
PB:	Proteína bruta
PC:	Proteína cruda
FDN:	Fibra detergente neutra
FDA:	Fibra detergente ácida
MSD:	Materia seca digerible
CC:	Cultivos de cobertura
FBN:	Fijación biológica de nitrógeno
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
Kg.:	Kilogramo
Ha:	Hectárea
DVMS:	Digestibilidad in vitro de la materia seca



## RESUMEN

El estudio tiene como objetivo evaluar el establecimiento, rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras a diferentes densidades de siembra en seco en un contexto de pastos y hierbas forrajeras en el altiplano de Puno. Bajo un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de 2x4, los tratamientos se derivaron de la combinación de dos variedades de *Dactylis glomerata* L. (flor temprana y tardía) con cuatro asociaciones (A0, A1, A2 y A3) y para la prueba de medias (la prueba de Tukey,  $p < 0.05$ ). Los resultados señalan un incremento de 19.16% de supervivencia, por lo que existe una relación con el mejor comportamiento de *Dactylis glomerata* L. de flor temprana, así mismo, los rendimientos de *Dactylis glomerata* L. de flor tardía incrementaron 8.38% equivalente a una diferencia de 1.980 kg/ha de MV y a nivel de las asociaciones mostró un 35.37% superior a favor de una alta densidad de siembra correspondiente a 7.548 kg/ha de MV de diferencia, por otro lado, mostró una significancia en DVMS (%) tan solo a nivel de las asociaciones donde hubo un incremento de 11.53% en control con respecto a Asociaciones con alta densidad de siembra y en valor nutritivo de las variedades y asociaciones con diferentes densidades de siembra de *Dactylis glomerata* L. no mostraron significancias en PC (%) y FDN (%), sin embargo, en *Dactylis glomerata* L. de flor temprana y en asociación se manifestaron mejor en control, en cambio en ceniza (%) mostraron una significancia en *Dactylis glomerata* L. de flor tardía con 4.10% de incremento y 7.69% siendo superior en alta densidad de siembra a nivel de las asociaciones. Los parámetros evaluados evidenciaron índices superiores en asociaciones de alta densidad de siembra.

**Palabras clave:** Asociaciones, Establecimiento, Pastos forrajeros, Rendimiento, Variedades, Valor nutritivo.



## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the establishment, yield and nutritive value of four forage associations at different planting densities in rainfed conditions in a context of pasture and forage grasses in the Puno altiplano. Under a completely randomized block design (DBCA) with 2x4 factorial arrangement, the treatments were derived from the combination of two varieties of *Dactylis glomerata* L. (early and late flowering) with four associations (A0, A1, A2 and A3) and for the test of means (Tukey's test,  $p < 0.05$ ). The results indicate that the forage species were favored by a high-density mixture with an increase of 19.16% of survival, so there is a relationship with the better performance of early flowering *Dactylis glomerata* L., likewise, the yields of late flowering *Dactylis glomerata* L. increased 8.38% equivalent to a difference of 1,980 kg/ha of MV and at the level of the associations showed a 35.37% higher in favor of a high planting density corresponding to 7,548 kg/ha of MV difference, on the other hand, it showed a significance in DVMS (%) only at the level of the associations where there was an increase of 11. The nutritive value of the varieties and associations with different sowing densities of *Dactylis glomerata* L. showed no significance in CP (%) and NDF (%), however, in *Dactylis glomerata* L. However, in *Dactylis glomerata* L. of early flowering and in association, they showed better results in control, while in ash (%) they showed a significance in *Dactylis glomerata* L. of late flowering with 4.10% increase and 7.69% being superior in high density of sowing at the level of the associations. The evaluated parameters showed higher indexes in high density sowing associations.

**Keywords:** Associations, Establishment, Forage grasses, Performance, Varieties , Nutritional value



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Dado que brindan una alta producción de materia seca a un precio bajo, las gramíneas forrajeras son importantes para la alimentación del ganado. Sin embargo, debido a su alto contenido de proteínas y su bajo costo, las leguminosas forrajeras se utilizan en la nutrición del ganado (Espinoza et al., 2018). La época, el momento y la densidad de siembra dependen de cada especie, cultivar y de las condiciones climáticas del lugar, por lo que no se puede generalizar para todas las plantas; sin embargo, el mejor establecimiento para la mayoría de las gramíneas se logra durante la primavera (Perez et al., 2017).

Las asociaciones de gramíneas con leguminosas pueden aumentar el rendimiento y el valor nutricional (Aguilar et al., 2013). el *Dactylis glomerata* L. es una gramínea forrajera perenne que se adapta a una amplia gama de pisos altitudinales en el espacio agrícola andino, desde los 2500 a 4000 metros sobre el nivel del mar, y a diferentes climas (Argote y Halanoca, 2007). debido a sus múltiples usos y alta calidad nutricional, la alfalfa es una de las leguminosas forrajeras perennes más importantes a nivel mundial (Renzi y Cantamutto, 2011). Las plantas leguminosas pueden desarrollar nódulos en sus raíces y almacenar nitrógeno en una relación simbiótica con *Rhizobium*, que es utilizado por las plantas huésped o cultivares relacionados. La tasa de fijación de nitrógeno es de 1 a 2 kg por hectárea por día (Paredes, 2013). La fertilización es crucial para la productividad de la achicoria *Cichorium intybus* L., que actualmente se basa principalmente en macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, además de agregar microelementos incorporados en las mezclas como boro y zinc (Orafti, 2015). *Plantago lanceolata* L. (Llantén) es una planta perenne que crece ampliamente en climas templados



y es un buen productor de forraje durante el verano. Aunque responde al agregado de nitrógeno, se desarrolla en condiciones de baja fertilidad, particularmente en fósforo y potasio (Stewart, 1996), la capacidad del llantén para competir depende de la fertilidad del suelo y su capacidad para soportar la falta de agua y las altas temperaturas (Stewart, 1990, citado por Rowarth, 1990), puede ser sobre pastoreado en combinación con otras especies de ganado porque es muy agradable para el ganado ovino y bovino (Sanderson et al., 2003).

Según Benavidez (2005), el cultivo asociado de cereales, leguminosas y hierbas perennes es crucial para el desarrollo de sistemas de producción de alimentos sostenibles. Esto en sistemas de cultivo que requieren insumos externos limitados. Para mejorar la fertilidad del suelo, se puede agregar nitrógeno como resultado de la fijación y extracción del componente leguminoso (Paredes, 2013), hacer uso eficiente de los recursos ambientales (Pestico et al., 2010), reducir los daños causados por plagas, enfermedades y malezas (Aosca, 2023), y mejorar la producción de forraje y su calidad a través de los efectos complementarios de dos o más cultivos establecidos simultáneamente en la misma.

Las especies en un sistema de cultivo asociado suelen competir por los recursos del medio, lo que se conoce como competencia interespecífica entre especies. Además, las plantas compiten por los elementos abióticos del agroecosistema para sobrevivir, siendo el agua, los nutrientes, la luz, el oxígeno y el CO<sub>2</sub> los más comunes (Espinoza et al., 2018), se han creado varios modelos matemáticos para detectar la competencia entre especies. Espinoza et al. (2018) resumieron estos modelos y seleccionaron LER, A y CR. Estos índices de competencia son frecuentemente utilizados para comparar la competencia de las especies en sistemas de cultivo asociados (Espinoza et al., 2018;



Dhima et al., 2007; Yimaz et al., 2008; Erol et al., 2009; Wahla et al., 2009; Rahetlah et al., 2010).

Se plantearon los siguientes objetivos en un sistema de asociaciones con diferentes densidades de siembra en secano para aumentar rendimiento y la calidad del forraje por unidad de área:

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el establecimiento, rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras a diferentes densidades de siembra en secano, en la estación Experimental Agraria Illpa INIA - Puno.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el establecimiento en la supervivencia y la cobertura vegetal en respuesta de las variedades de *Dactylis glomerata* L. y asociaciones forrajeras a diferentes densidades de siembra.
- Evaluar los rendimientos en materia verde y materia seca en respuesta de las variedades de *Dactylis glomerata* L. y asociaciones forrajeras a diferentes densidades de siembra.
- Determinar el valor nutritivo en base proteína cruda, fibra detergente neutra, y ceniza en respuesta de las variedades de *Dactylis glomerata* L. y asociaciones forrajeras a diferentes densidades de siembra.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. A nivel internacional

Mendoza et al. (2018) investigó la calidad fisiológica del pasto y el raigrás perenne (*Dactylis glomerata* L. y *Lolium perenne* L.) en dos tamaños de semillas. Los dos tamaños de semillas utilizados para el tratamiento fueron LS y SS. Las variabilidades incluyen establecimiento, viabilidad, velocidad de emergencia, plántulas anormales, semillas no germinadas, altura de la plántula y longitud de raíz. Se empleó un CRD con cuatro repeticiones. Debido a que contiene el mayor número de plántulas y semillas no germinadas ( $p \leq 0.05$ ), la emergencia fue mayor en raigrás perenne ( $p \leq 0.05$ ) en comparación con el pasto, independientemente del tamaño. En longitud de semilla, la emergencia en raigrás perenne fue 14% mayor ( $p \leq 0.05$ ), mientras que en pasto huerta no hubo diferencia. En altura de planta fue mayor en las especies con mayor tamaño de semilla ( $p \leq 0.05$ ). En longitud de raíz con la longitud de semilla de raigrás perenne, se encontraron valores mayores ( $p \leq 0.05$ ) en comparación con el pasto huerto. El establecimiento, viabilidad y velocidad de emergencia fueron mayores en raigrás perenne que en pasto huerto ( $p \leq 0.05$ ). Solo en raigrás perenne se observaron valores más altos en el LS para las mismas variables, mientras que en pasto huerta no se observa diferencia ( $p < 0.05$ ). El tamaño de la semilla utilizada (grande) determinará el éxito del cultivo de raigrás perenne, pero en el pasto de huerta el tamaño no es un indicador de un establecimiento adecuado. La fuerza de las plántulas fue influenciada por la especie forrajera y el tamaño de las semillas.



En estudio realizado por Flores et al. (2018), los tratamientos: 100:00:00, 20:40:40, 40:20:40, 50:00:50, 20:70:10, 70:20:10 y 40:40: 20 de OG: PG: WC, Las variables evaluadas incluyen la densidad vegetal, la densidad poblacional de tallos, el ritmo de aparición, el ritmo de mortalidad y el ritmo de supervivencia de tallos. En la densidad poblacional de tallos, se detectaron variaciones ( $p < 0.05$ ) entre las asociaciones; no obstante, se notó un comportamiento bastante fluctuante, con densidades OG más elevadas durante el verano (736 tallos  $m^{-2}$ ) (50:00:50;  $p < 0.05$ ). El ritmo de aparición más elevado de diciembre ocurrió a las 20:40:40 de OG:PG:WC (7.3 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$ ). En marzo, la relación 40:20:40 de OG:PG:WC registró el mayor ritmo de mortalidad con 5.4 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$  ( $p < 0.05$ ). Por lo general, los grupos OG:PG:WC de 20:40:40 y 40:20:40 mostraron el mayor ritmo de aparición y ritmo de mortalidad. El pasto cultivado evidencia la mayor actividad de tallos.

Estero (2013), indica que la achicoria forrajera, *Cichorium intybus* L., es una planta herbácea de ciclo bianual e incluso perenne, con crecimiento erecto y raíz gruesa pivotante. Las hojas superiores son alternas, pequeñas y con menos dientes, mientras que las hojas inferiores son acerradas y tienen un crecimiento en forma de roseta. Los tallos son largos, tienen látex y tienen ramas irregulares. Tiene una gran cantidad de flores azules claras que miden hasta 4 cm de diámetro. Clasifica que las plantas compiten por factores ambientales como luz, agua y nutrientes cuando estos son insuficientes o complejos para todos los miembros de la comunidad. Las gramíneas difieren en su capacidad para hacer uso de estos factores ambientales (Candia, 2011).

En Chile, *Cichorium intybus* L. (achicoria) se abordaron detalles sobre la germinación, la calidad nutricional y la composición botánica. Para la plantación



y composición botánica, se empleó un diseño totalmente aleatorio en un terreno de 4.5 hectáreas, dividido en nueve áreas cada con tres repeticiones para cada especie. Se fijaron cinco fechas límite para evaluar el crecimiento de los cultivares y su proporción en comparación con otras especies. Para el estudio de la producción y la composición morfológica, se empleó Andeva y la prueba de Tukey. La fuerza germinativa, asociada con el tamaño de las semillas de achicoria, fue baja. Durante los tres primeros cortes, el sitio no mostró variaciones notables en la producción de los tres cultivares; sin embargo, en los últimos cortes, Punter produjo más, seguido por Choice y por último Chicory 501 con 106.1, 40.5 y 6.9 kg MS ha<sup>-1</sup>. La composición botánica indica que la especie que aportó más es la Ballica (98% acumulado). Los atributos morfológicos revelaron que Choice exhibió hojas de mayor tamaño de 13.38 cm de longitud, Chicory 501 mostró la mayor cantidad de hojas con 2.98 y Punter la relación más óptima entre hoja y tallo de 2.78 (Keim et al., 2017).

### **2.1.2. A nivel nacional**

Según Sangay (2022) realizó un experimento para analizar la composición química y el rendimiento productivo de 5 tipos de gramíneas en tres pisos altitud: PA I 2.300 a 2.800 msnm, PA II 2.801 a 3.300 msnm y PA III 3.301 a 3.800 msnm en la Cooperativa agraria "Renacer Andino" ubicada en la provincia de Santa Cruz - Cajamarca. Se llevó a cabo el estudio del terreno antes de la plantación. El experimento se llevó a cabo en parcelas de 3 m x 2 m con un total de 6 m<sup>2</sup> y con 5 tratamientos y tres repeticiones (bloques), en tres pisos altitudinales, quedando un total de 45 unidades experimentales. Las gramíneas evaluadas incluyen: *Dactylis glomerata* L. de la variedad Savy, *Phalaris arundinacea* de la variedad *Confederate*, *Festuca arundinacea* de la variedad Quantum II, *Festuca*



*arundinacea* de la variedad *Festival* y *Festulolium* de la variedad *Mahulena*. Cada parcela contaba con una extensión de 6 m<sup>2</sup>. No se observó variación ( $p > 0.05$ ) en PC (14.17 % promedio) y FDN (45.41 %); en el caso de los PA, la concentración más alta de ceniza ( $p < 0.05$ ) se registró en el PA I (9.34%). Los PA I y II alcanzaron valores de 9.372 y 8.222 kg MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Se deduce que las especies de gramíneas perennes analizadas representan una alternativa significativa en programas de mejoramiento de pasturas en la Región Cajamarca.

En Jacaspampa - Ocros - Ayacucho, se llevó a cabo un estudio de investigación por parte de Quispe (2022), evaluando la producción de leguminosas y gramíneas forrajeras con el objetivo de optimizar la rentabilidad económica. El estudio fue experimental, de observación directa e indirecta, con datos de campo y laboratorio registrados. El diseño estadístico utilizado fue DBCA, con siete tratamientos, tres bloques y 21 unidades experimentales, con una comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Los resultados fueron: la altura de la planta en centímetros el tratamiento vicia + avena tiene una altura más alta de 134 cm, mientras que el pasto natural tiene una altura más baja de 29.67 cm. El tratamiento Vicia + Avena tiene un área foliar más grande de 21.23 cm<sup>2</sup>, mientras que el pasto natural tiene un área foliar más pequeña de 6.27 cm<sup>2</sup>. El tratamiento vicia + avena tiene un valor de biomasa de 4799.67 gramos por metro cuadrado, mientras que el pasto natural tiene un valor de 870.67 gramos por metro cuadrado. El tratamiento vicia + avena, vicia + avena + trébol blanco + dactylis 32.773, trébol rojo + trébol rojo + trébol rojo 27.300, trébol rojo + trébol rojo + trébol rojo 46.153, vicia + avena + trébol rojo + trébol rojo + rye pasto 46.153, vicia + avena + trébol rojo + trébol rojo + centeno 34.947 y vicia + avena + trébol rojo + trébol rojo se encontró que vicia + avena produjo el mayor rendimiento de



forrajes húmedos con una producción de 47.997 t/ha, mientras que trébol rojo + rye grass produjo el mayor índice de rentabilidad por hectárea.

Según Palomino (2022) en su estudio llevado a cabo en la comunidad de Jacaspampa – Ocros -Ayacucho, la meta era valorar la producción vinculada de leguminosas y gramíneas forrajeras con el fin de maximizar la rentabilidad financiera. El estudio se llevó a cabo de manera experimental, utilizando observación directa e indirecta para documentar los datos de campo y laboratorio. Se utilizó el diseño estadístico de DBCA, con 7 tratamientos, tres bloques y 21 unidades experimentales; se utilizó una comparación media de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Los hallazgos indicaron: longitud de la planta (cm). altura mayor del tratamiento vicia + avena, 134 cm., altura menor del tratamiento pasto natural, 29.67 cm.; área foliar en  $\text{cm}^2$  destacó el tratamiento vicia + avena, 21.23  $\text{cm}^2$ , mientras que el área foliar del tratamiento pasto natural fue de 6.27  $\text{cm}^2$ ; biomasa, el tratamiento vicia + avena y avena + trébol rojo + rye pasto alcanzó los 4799.67  $\text{gr/m}^2$ , mientras que el tratamiento pasto natural alcanzó los valor 870.67  $\text{gr/m}^2$ , el mayor rendimiento forrajero se obtuvo con el tratamiento vicia + avena y avena + trébol rojo + rye grass 47.996 kg/ha, menor rendimiento el tratamiento pasto natural 8.71 kg/ha el índice de rentabilidad por  $\text{ha}^{-1}$  de los tratamientos fueron: vicia + avena 47.997, vicia + avena + trébol blanco + dactylis 32.773, trébol rojo + rye grass 27.300, avena + trébol rojo + rye grass 46.153, vicia + avena + trébol rojo + centeno 46.153 , vicia + avena + trébol rojo + centeno 34.947, vicia + avena + trébol rojo + centeno + alfalfa 44.240 , pasto natural 8.707, se determina que vicia + avena obtuvo el rendimiento más alto de forrajes húmedos con 47.997 t/ha, mientras que trébol rojo + rye grass alcanzó el índice de rentabilidad más alto por hectárea 68.22%.



### 2.1.3. A nivel local

Según el reporte de Cáritas del Perú en el año 2011, la dormancia de la alfalfa W350 es de 3.8, lo que lo hace resistente a las sequías y heladas. Este período ocurre en la sierra entre junio y octubre, en condiciones desfavorables, puede permanecer en el terreno en reposo hasta por 3 meses, luego brotar cuando las condiciones sean favorables. Se ha demostrado que esta alfalfa crece bien en suelos que estén entre 2.600 y 4.200 metros sobre nivel del mar y tengan un pH óptimo de 5.5 a 6.8. Su cultivo solo necesita agua de lluvia, y si se riega, rinde mucho más. Una vez instalada y manejada adecuadamente, su duración en el terreno es de 15 a 20 años. Los rendimientos de follaje verde por hectárea son de 100 t/ha en seco y 140 t/ha en riego. Proporciona el 24% de proteínas, vitaminas, potasio, cobre, hierro y nitrógeno, es un forraje sumamente nutritivo. Se ajusta al pastoreo y permite la elaboración de ensilado, harina y heno.

Según Apaza et al. (2021) tenían como objetivo examinar la importancia del desarrollo poblacional y la productividad del ganado mejorada mediante la implementación de tres índices de uso de pastos asociados en áreas del sistema de riego en Silarani en el distrito Cabana provincia de San Román departamento de Puno. Método: La investigación actual se llevó a cabo mediante el uso del método científico hipotético deductivo, cuyos procedimientos metodológicos incluyen: Para formular proyectos de desarrollo ganadero sostenible de bovinos, considere aplicar los índices técnicos y productivos de pastos nativos, cultivados y ganado vacío para comparar y obtener resultados de su respectiva evaluación preocupante en este sentido. Resulta que los pastos naturales de la clase económica III tienen una capacidad receptiva de pasturas de 0.25 UVR en pisos altitudinales de 3.901, 3.263 y 3.850 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, los pastos cultivados



bajo riego varían en relación al año de instalación, al nivel del suelo y a la conformación del componente forrajero, siendo la altitud de ubicación del sistema de riego menor a mayor. Por lo tanto, es importante planificar. Según la teoría, el sistema de riego en Silarani en el distrito Cabana provincia de San Román departamento de Puno, ubicado a una altitud de 3. 901 metros sobre el nivel del mar, experimentó un déficit de -22.00 UVR durante el quinto año de funcionamiento del proyecto. Por lo tanto, se requiere reprogramar las áreas de siembra de pastos relacionadas y/o agregar biomasa forrajera adicional y alimentos balanceados para satisfacer la necesidad de la población prevista de 210 UVR al año.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. La asociación forrajera**

Una asociación se define como una mezcla de gramíneas (Rye- grass, dactylis y avena) y leguminosas (alfalfa, tréboles y vicia) para proporcionarle al ganado un alimento equilibrado entre proteínas y carbohidratos (energía, la cual necesitan para realizar todas sus actividades diarias) y para una producción en cantidad (Chacón, 2015).

La asociación es una combinación de dos o más especies de forraje con el objetivo de mejorar la calidad y la cantidad de forraje, obteniendo un mayor volumen, más nutrientes, más palatabilidad y más digestibilidad (Mayhua et al., 2008).

La producción simultánea de dos o más especies distintas se logra mediante la asociación de cultivos forrajeros, cuando se cultivan y siembran en el mismo terreno y al mismo tiempo (Choque, 2005).



### **2.2.1.1. Importancia de las asociaciones forrajeras**

Las leguminosas proporcionan proteínas y las gramíneas proporcionan carbohidratos, lo que explica la importancia de las asociaciones o mezclas (Mayhua et al., 2008). el objetivo de la siembra combinada de leguminosas y gramíneas forrajeras es aumentar el rendimiento, mejorar la calidad del forraje y hacer que el forraje sea más agradable y digestible para el animal (Choque, 2006).

Las ventajas de establecer una asociación gramínea-leguminosa incluyen una mayor producción de biomasa, protección mutua contra condiciones ambientales adversas, reducción del riesgo de timpanismo debido al efecto de las gramíneas con las leguminosas y una cobertura vegetal efectiva para proteger los suelos (Meneses, 1997)

### **2.2.1.2. Ventajas de las asociaciones forrajeras**

Los cultivos asociados, particularmente cuando esta mezcla una leguminosa y una gramínea, proporcionan los siguientes beneficios:

- Para el pastoreo, se utilizan leguminosas y gramíneas en proporciones equilibradas y densidades.
- El rendimiento/ha, calidad nutricional de la mezcla de cereales forrajeros con vicia son generalmente superiores a los de cualquiera de las especies cultivadas en monocultivo.
- Las semillas de leguminosa para su siembra con gramíneas reducen en parte los costos de fertilización porque la leguminosa fija nitrógeno atmosférico al suelo cuando se siembra de forma



inoculada. Debido a que reduce la necesidad de este elemento y también proporciona nitrógeno a las gramíneas, esta fijación de nitrógeno es de gran importancia económica. Por lo tanto, estas mezclas producen más que una sola gramínea sembrada sin fertilizar y en monocultivo.

- En comparación con los cultivos completos, las mezclas de gramíneas y leguminosas favorecen la interacción con las malezas.
- Reducir el riesgo de timpanismo en los animales que se pastorean al combinar pasturas en proporciones adecuadas. Por otro lado, parece que los animales prefieren el forraje asociado al forraje puro de una sola especie (Choque, 2005).

### **2.2.1.3. Desventajas de las asociaciones forrajeras**

Es crucial comprender los ciclos de vida coincidentes en una instalación de forraje asociado porque el crecimiento excesivo de una especie en conjunto con el crecimiento lento de otra especie podría resultar en la muerte de esta última por efecto de competencia. Además, el autor señala que existe competencia por luz, agua o nutrientes semanas después de la siembra y que la competencia depende de la fertilización, ya que las especies de raíces poco profundizadoras son favorecidas por fertilizaciones bajas (Stewart, 1996). Señala que la mantención del equilibrio en una asociación es uno de los problemas fundamentales que regulan su productividad y persistencia (Soto, 1996).



### **2.2.2. Importancia de las leguminosas y gramíneas**

En los campos de pastoreo, la hierba es la principal fuente de alimento. Los tipos de pastos utilizados en las combinaciones varían según el clima y las necesidades de la producción. Las gramíneas utilizadas principalmente son Ryegrass, Dactylis, Festuca, Bromus y Phalaris. Los pastos generan una forma especial de semilla llamada "grano", que es rica en gran medida en carbohidratos (energía), pero también suele contener algo de grasa y proteína. La función principal del cuerpo es producir energía en forma de calorías.

Según Mayhua et al. (2008) indica que un buen pasto es aquel en el que las leguminosas se asocian con gramíneas, los nódulos de la raíz de las leguminosas fijan el nitrógeno atmosférico en el suelo y luego lo disponen a disposición de los pastos lo que permite un mayor crecimiento y palatabilidad de los pastos. El trébol blanco y el trébol rojo son las leguminosas más utilizadas para el pastoreo en pastos con climas templados. Esta familia es más grande que las gramíneas porque las leguminosas producen semillas con una gran cantidad de proteínas, que son los compuestos estructurales de las células vivas. Esto se debe a su capacidad para capturar nitrógeno molecular gaseoso (Mayhua et al., 2008).

### **2.2.3. Características de la leguminosa**

Las leguminosas tienen una gran capacidad para absorber nitrógeno molecular gaseoso y producen semillas con una gran cantidad de proteínas, que son los componentes estructurales de las células vivas (Mayhua et al., 2008). Para ser precisos, esta familia tiene más de 15 mil especies que las gramíneas, y se distingue de otras familias por características morfológicas significativas como sus frutos, que están contenidos en una vaina o legumbre, y sus flores son de



diferentes tamaños y atractivas. En la región alta andina, las leguminosas más comunes incluyen:

#### **2.2.4. *Medicado sativa* - Alfalfa W-350 (dormancia 3.8)**

Un cultivar de alfalfa con una latencia de 3.8 produce excelentes resultados debido a su alta resistencia a las heladas y al frío, pueden permanecer inactivos en el suelo hasta tres o cuatro meses en malas condiciones antes de brotar en entornos favorables. En la montaña, este período se extiende de junio a octubre. Requiere riego y lluvia frecuentes (Caritas del Perú, 2016).

##### **2.2.4.1. Morfología general**

Debido a su abundancia en la producción, los forrajes se han considerado la principal fuente de alimentación para las ganaderías del país. Por lo tanto, tienen limitaciones en cuanto a su aporte de proteína bruta y la difícil digestibilidad de algunos de sus nutrimentos (Flores, 2015).

##### **2.2.4.2. Crecimiento de la alfalfa**

Después de la defoliación, se requiere el vigor derivado de sustancias orgánicas, azúcares y almidón (carbohidratos no estructurales) recolectados en la raíz y la corona para crear un área foliar adecuada para el crecimiento. Estos carbohidratos no estructurales se utilizan en lugar de los elementos necesarios para el desarrollo y la respiración en ambas situaciones (Flores, 2015).

### 2.2.4.3. Rebrote de la alfalfa

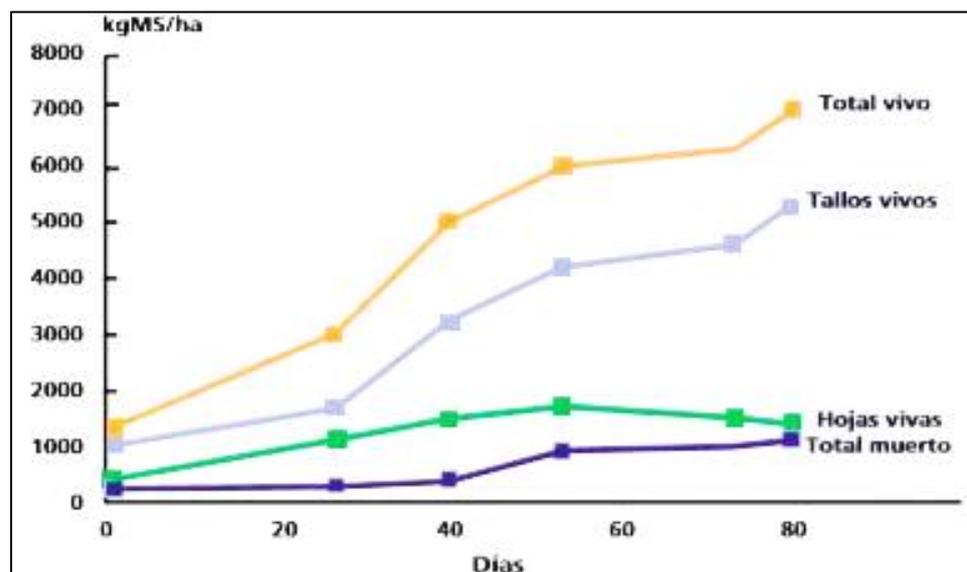
La frecuencia de defoliación está influenciada por la tasa de acumulación de biomasa, que a su vez determina el momento adecuado para aplicar el césped. La madurez del pasto, los períodos de recuperación entre cortes, los períodos de regeneración, la época del año y las condiciones ambientales afectan la relación hoja/tallo y la calidad del forraje. Otras variables fenológicas como el peso, la densidad, el tamaño del tallo y el número de hojas por tallo son relevantes además del valor nutricional (Gaytan et al., 2019).

### 2.2.4.4. Acumulación de forraje

Para obtener una visión general de los rendimientos de alfalfa, los siguientes trabajos se realizaron en condiciones de la sierra.

#### Figura 1

*Acumulación de forraje.*



**Nota.** Patrón de acumulación de la materia seca en alfalfa durante un rebrote primavera tomado por *Basigallup(2007)*.



La alfalfa muestra un patrón característico de acumulación de forraje después de la defoliación, en el que la cantidad de material muerto aumenta y el número de tallos crece de manera constante, pero el número de hojas se detiene antes de tiempo. Dado que las hojas son las que causan la mayor parte de la degeneración del material, las hojas se crean al mismo ritmo que mueren. (Basigallup, 2007).

#### **2.2.4.5. Clasificación taxonómica y descripción botánica**

Alfalfa, pertenece a la siguiente escala taxonómica:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Origen:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Género:** *Medicago*

**Especie:** *Medicago sativa* Linneo

**Raíz:** Una raíz principal clara y sólida es la base de un sistema de raíces pivotante y tiene muchas raíces secundarias que pueden llegar a profundidades de 3 a 9 metros. Esto mejora la capacidad de extraer agua de las capas más profundas del suelo y aumenta la resistencia a las sequías (Astete, 1995).



**Corona:** Según la variedad, la corona radicular varía en ubicación con el suelo. A mayor profundidad, aumenta la resistencia y la eficacia de pastoreo (Astete, 1995).

La raíz de la alfalfa, según Mulsera y Ratera (1991), es sustancialmente de tipo pivotante, con una corona que sobresale y una raíz principal que penetra profundamente en el suelo. También se puede encontrar alfalfa con un sistema radicular ramificado, varias raíces primarias y una corona ligeramente ancha.

**Tallo:** Las plantas tienen tallos erectos de cinco a veinticinco tallos por planta, aunque ocasionalmente pueden tener más. Los tallos surgen de una corona semi leñosa en la unión de la raíz y el tallo, donde se encuentran yemas que darán origen a nuevos (rebrotos) cuando las plantas se agoten (Astete, 1995).

Los tallos son usualmente de consistencia dura, aunque algunos casos se pueden encontrar tallos huecos (Basigallup, 2007).

**Hojas:** Según Aléndez (2000) la alfalfa muestra un patrón característico de acumulación de forraje después de la defoliación, en el que la cantidad de material muerto aumenta y el número de tallos crece de manera constante, pero el número de hojas se detiene antes de tiempo. Dado que las hojas son las que causan la mayor parte de la degeneración del material, las hojas se crean al mismo ritmo que mueren.

Las hojas verdaderas trifoliadas están formadas por los siguientes componentes: el pecíolo, que une el raquis al cuerpo de la planta, y el folíolo dentado, ovado u oblongo. Estos apéndices pertenecen al género



Medicago. Producen el conjunto de hojas complejas en el ápice, con forma de pequeñas hojas simples. Los medicamentos se fusionan para formar una sola unidad a lo largo del borde. La parte inferior de los folíolos suele ser pubescente y notablemente nerviosa, mientras que la parte superior de los folíolos tiene un tono más vibrante (Huamani, 1987).

**Flores:** Tiene un estandarte con dos alas más altas que la quilla en cuanto a su estructura. El estilo, estigma está rodeado por los diadelfos reunidos en un tubo estaminal. y forman un paquete de nueve estambres, por un lado. Las alas tienen ganchos y ambos lados, lo que hace que el pistilo y los estambres permanezcan dentro de la quilla (Basigallup, 2007).

**Frutos y semillas:** El fruto es de tipo vaina o legumbre, seco e indecente, generalmente alargado y comprimido. Se origina de las yemas en las axilas de las hojas y su ápice suele estar separado de los reproductivos de los vegetativos (Renzi y Cantamutto, 2011).

#### 2.2.5. Requerimientos ambientales

- **Preparación del suelo:** Aunque los cultivares de alfalfa no requieren muchas condiciones del suelo, es importante tener algunas precauciones. Por ejemplo, deben buscar suelos profundos de al menos 80 centímetros (idealmente más de 1 metro), y deben estar bien drenados. Las alfalfas tienen raíces pivotantes y profundas, y cuando la capa freática es muy superficial, se corre el riesgo de asfixia a las raíces, lo que provoca el marchitamiento de la planta (Cubas, 2021).
- **Época de siembra:** En Puno, la siembra está relacionada con la mayor o menor cantidad de lluvias. El mes más frecuente de siembra es enero



(42.3%), seguido de marzo a julio con 36.3%. El primer corte más frecuente es entre los tres y cinco meses con un 69,7% (Ministerio del Ambiente, 2019).

- **Dosis de siembra:** Para producir forraje de alfalfa en secano y para asegurar un buen establecimiento o controlar de las malas hierbas, se recomienda una dosis de 20 a 25 kg/ha. Una dosis de siembra de 10 kg/ha proporciona alrededor de 360 semillas viables/m<sup>2</sup> (450 semillas gr x 80% de germinación), lo que permite establecer 150 plantas/m<sup>2</sup> en buenas condiciones de humedad y 75 plantas/m en condiciones de seco (Delgado *et al.*, 2014).
- **Fertilización de establecimiento:** El encalado: debido a que no todos los suelos reaccionan de la misma manera, la cantidad de cal necesaria para corregir el pH dependerá de la cantidad de cambio que desea lograr en el suelo (Rodríguez y Ruz, 2022).

Para que la alfalfa y otras leguminosas se desarrollen adecuadamente, necesitan un suministro adecuado de fósforo. Esto es particularmente crucial para el cultivo en los estados iniciales de desarrollo, cuando se requiere una alta concentración de fósforo para el desarrollo de su sistema radicular. De esta manera, junto con el encalado, corrige y mejora sus limitaciones de acidez (Rodríguez y Ruz, 2022).

- **Siembra:** El principal problema a resolver en el campo es la profundidad de siembra de alfalfa, porque desde que la semilla germina reduce sus reservas hasta que la planta forma hojas verdes y se separa de ellas, todas las plántulas tienen consecuencias graves. En situaciones en las que las



reservas son bajas y no hay suficiente área fotosintetizante, esto tiene un impacto negativo en todas las plántulas. Existe una relación directa entre la profundidad, el tamaño de la semilla y el tipo de suelo, y se ha demostrado (Cubas, 2021).

- **Clima:** Dado que su hábitat está relacionado con el verano con altas temperaturas, relativamente seco y baja humedad, esta característica estaría relacionada con la resistencia a la sequía (Soto, 2022).

En cuanto a su inclusión, la alfalfa paraliza su crecimiento a temperaturas inferiores a 1 °C. Sin embargo, a una temperatura permanente de 5 °C, se obtiene un 50% de la germinación a los 9 días después de la siembra, mientras que, a una temperatura de 20 °C, se obtiene la mitad de la germinación a los 2 días después de la siembra. La temperatura adecuada para el crecimiento o post emergencia de la alfalfa es de 20 a 30 °C. Para las seis semanas de adaptación, las temperaturas bajas de 15 a 20 °C son ideales para la alfalfa (Soto, 2022).

- La temperatura, el fotoperiodo, la evapotranspiración, la radiación solar y la humedad del suelo o el estrés hídrico se han identificado como factores climáticos que influyen en el comportamiento de la alfalfa. Se ha decidido que el crecimiento de la alfalfa ocurre entre 5 y 30 °C, con una temperatura ideal durante el día de 15 a 25 °C y durante la noche de 10 a 20 °C (Quiroga, 2013).
- **Acidez:** La acidez del suelo es un problema importante para el buen establecimiento y desarrollo de la alfalfa. Según la textura del suelo, el grado de materia orgánica y otros componentes químicos del suelo, el pH



ideal para la estabilidad y el desarrollo de la alfalfa se encuentra entre 6.5 y 7.8, a acidez del suelo desfavorece la nodulación de las raíces porque la bacteria *Rhizobium meliloti*, responsable de la fijación simbiótica del nitrógeno (Soto, 2022).

- **Agua:** Las necesidades de agua de la alfalfa cambian a lo largo del ciclo productivo, por lo que necesita agua de forma fraccionada. El ciclo de alfalfa requiere de 700 a 900 mm de agua (AZUD, 2023).
- **Salinidad:** La alfalfa se adapta bien a la salinidad. Muchas variedades de alfalfa son adaptables a la salinidad (Lus, 2015).
- **Radiación solar:** Según Guzmán et al. (2007), las temperaturas medias entre 18 y 22 °C están estandarizadas para la eficiencia del uso de la radiación, lo que tiene un impacto positivo en el cultivo de alfalfa. Esto se debe a la variabilidad de las temperaturas medias entre las estaciones.
- **Adaptación:** Según el estudio de Astete (1995), la alfalfafa es ampliamente conocida por su capacidad para resistir la sequía y la falta de lluvias, y ha prosperado ampliamente y ha sufrido un interesante proceso de naturalización, lo que ha resultado en variedades adaptadas a diferentes sitios ecológicos. Estos ecotipos se pueden encontrar principalmente en las provincias de Arequipa, Ancash, La Libertad y Tacna. Debido a esta adaptación, se pueden encontrar grupos de alfalfas en todo el país.
- **Fijación biológica del nitrógeno:** Los microorganismos FBN son bacterias y cianobacterias que viven libremente en el suelo y que eventualmente pueden asociarse simbióticamente o asociarse con plantas. La enzima nitrogenasa es el proceso por el cual algunos microorganismos



utilizan el nitrógeno optado en el aire y lo reducen a amoníaco para producir proteínas. Este proceso se conoce como FBN. Como se mencionó anteriormente, el nitrógeno en forma molecular ( $N_2$ ) está disponible en la atmósfera en un 80 % (Paredes, 2013).

- **Grado de reposo invernal:** La alfalfa es una leguminosa con características morfológicas muy inestables, por lo que se han creado numerosas clasificaciones para distinguir entre los diferentes tipos que existen. Estas Las clasificaciones se basan en el color de la flor, la resistencia a las bajas temperaturas, el crecimiento primaveral, la recuperación después de la poda, el tipo de flor, el período de desarrollo, el tipo y el período de desarrollo y la duración del rebrote. Una clasificación utilizada por los investigadores de alfalfa en el crecimiento primaveral (Rossanigo *et al.*, 1995).
- **Acumulación de reservas:** La Información necesaria para desarrollar el crecimiento de la alfalfa donde a mayores altitud es mayor la temperatura , como se indica en la literatura, para estimar el crecimiento y el rendimiento de la alfalfa utilizando la humedad del suelo disponible y variables climáticas como "grados día" o unidades térmicas, más complejos que requieren datos del microclima de la cubierta vegetal; Se ha descubierto que los factores climáticos como la temperatura, el fotoperiodo, la radiación solar, la evapotranspiración, la humedad disponible del suelo o el estrés hídrico afectan el comportamiento de la alfalfa. Las temperaturas diurnas promedio son de 15 °C a 25 °C y las temperaturas nocturnas promedio son de 10°C a 20°C para el crecimiento de la alfalfa (Quiroga, 2013).



- **Factores Ecológicos en la Producción de Alfalfa:** La alfalfa es una planta adaptable a varios climas. La alfalfa ofrece pocas alternativas de manejo para optimizar la radiación solar y los recursos hídricos, a diferencia de los cultivos anuales; Además, se ve afectado durante todo el año por una variedad de condiciones ambientales, incluida la radiación, la temperatura y los recursos hídricos; por lo tanto, comprender la eficiencia de los cultivos y el uso de los recursos hídricos es esencial (Basigallup, 2007).

La luz (intensidad, calidad y duración de la iluminación), la temperatura del aire y del suelo, el régimen hídrico, el pH, el estado nutricional del suelo y la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera son factores ambientales (Posada, 2005).

- **Rendimiento:** Porque hay muchos factores que afectan los rendimientos de la alfalfa, es difícil encontrar un rendimiento promedio. Sin embargo, en la costa, se podría estimar en 10.000 kg/ha por corte (Astete, 1995).

La mayoría de la biomasa se encontró en las praderas de primer año de implantación, pero disminuyó significativamente en las praderas de segundo a más años (Gaytan, 2018).

- **Productividad Vegetal:** El aumento del peso seco por unidad de campo, expresado en kg/ha, es el indicador de la productividad de las plantas. La productividad neta de una planta está influenciada por la morfología y la genética de las plantas, además de los efectos del medio ambiente y las prácticas culturales (Posada, 2005).



### **2.2.6. Características de las gramíneas**

La semilla producida por las gramíneas es rica en carbohidratos principales, así como en proteínas y lípidos. Su propósito fundamental consiste en aportar energía al organismo. Estas Ahora las plantas se cultivan casi en todas partes cultivan en casi todo el mundo, no sólo en sus regiones originales. el mundo, no sólo en sus regiones de origen. Esta familia tiene más de 3.000 especies diferentes que se adaptan a diferentes tipos de clima y suelo.

### **2.2.7. *Dactylis glomerata* L. (Pasto azul)**

En general, es una especie nativa de Europa, el norte de África y Asia templada, pero ha extendido su hábitat a otros lugares templados. Esta especie se ha utilizado para formar pasturas que suelen durar más de cuatro años. Debido a su lento establecimiento, se adapta bien a leguminosas con buen manejo. En zonas con sequía prolongada, su producción supera la del ballico inglés, y su valor forrajero es bueno, aunque su digestibilidad disminuye durante la floración (Terrones, 2022).

#### **2.2.7.1. Descripción Taxonómica**

El pasto azul o *Dactylis glomerata* L. es una especie de planta del reino plantae que pertenece a la familia de las Poaceas, la división Magnoleophyta, la clase liliopsida, el género dactylis.

#### **2.2.7.2. Descripción Botánica**

Los tallos son erectos, a veces doblados en los nudos sin pelos, y sus hojas son alternas y están dispuestas en dos hileras en el tallo, con las venas paralelas divididas en dos porciones: la inferior llamada vaina y la

superior llamada lámina, siendo la más larga. Esta especie perenne de color ligeramente azulado puede llegar a tener 1.2 m de alto (Terrones, 2022).

### **2.2.7.3. Momento de corte en relación al número de las hojas (intervalo de pastoreo)**

El desarrollo de las plantas se representa por sus hojas. Se producen nuevas hojas con el tiempo para mantener la planta viva, pero esto tiene un límite. La primera hoja, que es la más madura, comienza a morir en especies cuando aparece la cuarta hoja como la ballica inglesa (Raygrass perenne). Según López (2009), La hoja muerta que cae al suelo no será consumida por las vacas ni será utilizada para poder producir leche.

El criterio de pastoreo comienza cuando la pradera tiene menos de 1.5 hojas es en teoría demasiado temprano, porque la pradera no ha podido recuperar los niveles de reservas que permiten un buen rebrote después de la defoliación, y que ocurre a partir de las 2.5 hojas. Es demasiado tarde para comenzar a pastorear después de que la pradera ha comenzado a perder calidad. El momento adecuado para pastorear la Ballica inglesa es cuando tiene alrededor de 2.5 hojas. Se ha sugerido este criterio para determinar el momento ideal para usar la Ballica perenne en un pastoreo intenso a semiintenso (López, 2009).

Según la cita mencionada en el párrafo anterior, hay varios estados que se definen en función del número de hojas que emerge el macollo después del pastoreo. Estos estados se pueden encontrar en el campo y están relacionados con la calidad nutritiva del forraje que los animales



consumen, así como con el nivel de reservas acumuladas por la planta y disponibles para su rebrote.

Cuando se inicia el pastoreo, se debe tener en cuenta el desarrollo de las plantas. Si las plantas son defoliadas muy temprano y repetidamente, pueden quedar sin reservas para el rebrote y morir, creando espacios vacíos en la pradera para especies no deseadas como las especies de hoja ancha. Esto se debe a que el número de hojas de la planta indica un pastoreo muy temprano o muy tardío (López ,2009).

#### **2.2.7.4. Condiciones Ecológicas para gramíneas**

*Humedad:* El suelo es otro componente importante en el éxito de la recolección de avena porque favorece a suelos hondos con un alto contenido de materia orgánica y una textura franco-arenosa en lugar de los franco -arcillosos. Es posible cultivar avena en zonas de pampa y ladera con una pendiente de 0 a 20%. El pH alcalino es de 7.3 a 8.0 y puede tolerar suelos ácidos de pH: 5.5 a 6.8 (Argote y Ruiz, 2011).

#### **2.2.7.5. Manejo del Cultivo**

*Preparación de terreno:* Para mullir adecuadamente el terreno para la siembra de esta gramínea, es necesario realizar dos araduras cruzadas y una o dos pasadas de rastras (INIA, 2016).

*Época y método de siembra:* Dado que las lluvias promueven la germinación de la semilla, la siembra de alfalfa es ideal durante las épocas lluviosas. Para lograr una buena siembra, es recomendable considerar que la semilla tenga una tasa de germinación del 95 al 98 %.



*Métodos de siembra:* Puede ser en seco, al voleo o en hileras, en este último caso se puede utilizar sembradoras, "Tapado" es un término que se refiere a una pasada de rastra (Argote y Ruiz, 2011).

*Densidad de Siembra:* Se recomienda utilizar de 25 a 50 kg de semilla por hectárea (Mayhua. et al, 2008).

*Rendimiento de Forraje:* Las variedades criollas tienen rendimientos de materia seca de 20 t/ha en una zona subhúmeda y semiárida del Altiplano. Esto se confirma por un estudio realizado en una zona subhúmeda y semiárida del Altiplano, donde los suelos son generalmente profundos, fértiles y hay abundantes precipitaciones (Clares, 2014).

#### **2.2.8. *Cichorium intybus* (Achicoria)**

En general, se conoce mundialmente como una hortaliza para la producción de raíz. También se usa para producir forraje para el pastoreo de rumiantes (Moreno, 2012).

Su ciclo de vida es anual o bianual y su desarrollo varía de arosetada a erecta. Requiere suelos fértiles, es muy resistente a la sequía y requiere una alta demanda de nutrientes al suelo, principalmente nitrógeno (Romero, 1966)

Es una especie nativa que se establece fácilmente de marzo a octubre, aunque su desarrollo inicial es lento. Se recomienda sembrarla junto con leguminosas para reponer lo que extrae de nitrógeno del suelo debido a su alta extracción de este nutriente (Carambula, 2007).



### **2.2.8.1. Clasificación taxonómica**

*Cichorium intimus*, también conocido como achicoria, es una especie de planta del reino plantae que pertenece a la familia de las Asteráceas, la división Magnoleophyta, la clase Magnoleophyta, el género *Cichorium* y la especie *intibus*.

### **2.2.8.2. Descripción botánica**

Es una planta herbácea perenne que puede medir de 30 cm. a 80 cm de altura. En el interior, tiene raíces blancas y en el exterior tiene raíces marrón amarillo. Sus hojas son de forma oblonga y dentadas (Madrigal, 2007).

### **2.2.9. *Plantago lanceolata* (Llantén forrajero)**

En general, el llantén forrajero tiene características favorables para producir en diferentes épocas del año, lo que ha permitido obtener ganancias productivas (Paucar, 2010).

Aunque se considera maleza, esta especie se encuentra adaptables en climas templados. Aunque responde al agregado de nitrógeno, pero también depende de la fertilidad del suelo, se desarrolla en condiciones de baja fertilidad, especialmente en fósforo y potasio (Stewart, 1996).

Con la excepción de los suelos extremadamente arcillosos o salinos, admite un rango de pH del suelo entre 4.2 y 4.8; Es resistente a las altas temperaturas y al déficit hídrico. Puede ser sobre pastoreado en combinación con otras especies por el ganado porque es muy agradable para el ganado ovino y bovino (Altamirano, 2011).



### 2.2.9.1. Clasificación taxonómica

El llantén forrajero se conoce científicamente como *Plantago lanceolata* L. Se encuentra en el reino plantae, en la familia de las plantaginaceas, en la división fanerógama, en la clase Magnoleophyta, en el género plantago y en la especie lanceolata.

### 2.2.9.2. Descripción botánica

Según Altamirano (2011), el llantén forrajero presenta las siguientes características:

- Identificación: planta perenne con escamas que mide entre 10, 40 y 60 cm. Las hojas de la roseta basal son lanceoladas y cinco veces más largas que anchas. Tienen diferentes tipos de pilosidad y su pecíolo es más pequeño. Sobre un escape canaliculado, con cinco surcos bien marcados, florecen espigas cortas (menores de 3 cm).
- Forma biológica: hemicriptofito.
- Fonóloga: invierno-primavera (verano); germinación: primavera.
- Ecológica: pastizales, herbazales nitrilos, sobre suelos con cierta humedad.
- Cultivos: sobre todo en cultivos de regado (alfalfa, frutales).
- Nombres vulgares: llantén menor, llantén forrajero, espata y plantaina
- Especies cercanas: una planta algo mayor tiene hojas ovales que son menos de tres veces más largas que anchas.



## 2.2.10. Valores nutricionales de especies forrajeras

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) tiene un alto rendimiento y un alto valor nutricional. Al analizar varios estados de maduración, se descubrió los siguientes resultados: para un estado de floración del 10%, el contenido de proteína es del 22.18% y el contenido de fósforo es del 0.24%; para un estado de floración del 50%, el contenido de proteína es del 20.67%; por otro lado, se menciona que la alfalfa contiene un promedio de 14.8% de proteína, en heno de alfalfa (Huamani, 1987).

### 2.2.10.1. Proteína Cruda

Cuando se formulan dietas para animales, la proteína es un nutriente clave a tener en cuenta. Las plantas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) generalmente se mantienen entre el 17 y el 26 % de PC debido a su contenido de MS, se considera una importante fuente de PC digerida en el rumen del ganado. Además, la alfalfa se considera alta y puede ser un problema debido a la excreción urinaria de nitrógeno ureico, que es un problema (Rojas *et al*, 2017).

En Puno, En estudio se analizó sobre el rendimiento de MS y proteína total en la formación de alfalfa y dactylis a diferentes niveles de fertilización. En este caso, se llevó a cabo a 3.800 metros sobre el nivel del mar y se obtuvieron hasta 8000 kilogramos por hectárea utilizando dosis de 80 a 40 de nitrógeno y fósforo. Las plantas asimilaron las intermedias planteadas en este estudio, y todos los tratamientos de fertilización se muestra en la siguiente tabla 1.



**Tabla 1**

*Rendimiento de materia seca y proteína*

<b>Niveles de Fertilización N - P</b>	<b>Asociados alfalfa – <i>Dactylis glomerata</i> L. MS (kg/ha)</b>	<b>Proteína Total</b>
120 – 60	6800	366.3
120 – 20	7000	347.5
80 – 40	8000	415.1
40 – 60	7000	366.4
40 – 20	6600	361.4
0 – 0	5000	236.9

**Fuente:** Proyecto de Desarrollo Sostenible en el Altiplano Puno, 1998.

### **2.2.10.2. Fibra (FDN)**

Es la medida de fibra más utilizada en el análisis de alimentos para animales. Se utiliza para medir la mayoría de los componentes estructurales de las células vegetales, como la lignina, la hemicelulosa y la celulosa. Es la fracción más pausada de la pared celular y es digerible e indigestible. Se define como el residuo después de una hora de ebullición con una solución de detergente ácido (Robinson et al., 2007).

La concentración de MS en el heno de alfalfa (*Medicago sativa* L.) oscila entre el 22 y el 37 por ciento de la FDA, que es una subfracción de FDN. Una parte de la FDN y la FDA esencialmente indigestible, la lignina con frecuencia limita la digestión de la hemicelulosa y la celulosa a la que está ligada químicamente (Rojas et al., 2017).

### **2.2.10.3. Grasa**

La grasa de las plantas de alfalfa (*Medicago sativa* L.) es generalmente baja y se encuentra principalmente en los fragmentos de membrana celular. El heno de alfalfa contiene aproximadamente el 1.5 %



de MS como extracto etéreo. Sin embargo, debido a la falta de triglicéridos en el heno de alfalfa, extracto etéreo rara vez se mide con el disolvente orgánico (por ejemplo, éter de petróleo o éter dietílico), y también se miden extractos de clorofila, ceras, aceites volátiles y resinas, que no tienen contenido de energía (Rojas *et al*, 2017).

## CAPÍTULO III

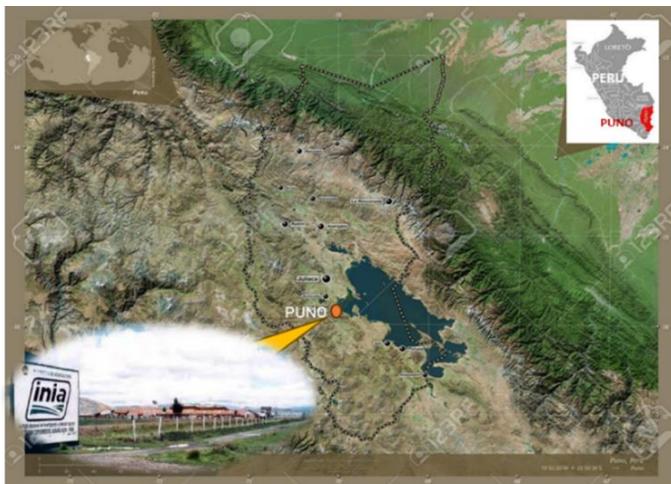
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Agraria en el Anexo Illpa (INIA-Illpa) en la provincia de Puno, departamento de Puno, ubicado en la zona Sur del Perú, sus coordenadas son  $15^{\circ} 52' 21.5''$  S,  $70^{\circ}00' 18.5''$  O a 3857 msnm, abarca territorios de la vertiente Sur del Altiplano en diversas altitudes, incluyendo relieve planicie y valles interandinos de la sierra. Pertenece a zona de vida de bosque húmedo – montano subtropical (bh-MS) (Figura 2). La precipitación pluvial promedio anual observada es de 700 mm, con temperaturas muy variables entre los meses de Junio y Noviembre que oscila entre  $1.4$  a  $22^{\circ}\text{C}$  (Gobierno Regional Puno, 2016). La Estación Experimental Agraria de Illpa tiene como actividad principal la producción agrícola y pecuaria en realizar investigaciones, desarrollo y transferencia tecnológico, conservación de recursos genéticos y servicios de laboratorios (INIA-Illpa Puno, 2020).

#### Figura 2

*Ubicación de la zona de investigación*



Nota: Extraído de la página web de internet.



## 3.2. MATERIALES

### 3.2.1. A nivel del campo

- **Materiales:** Para el proyecto de investigación se usos Semillas de *Dactylis glomerata* L. (flor tardía y flor temprana), *Medicago sativa* L. (alfalfa), *Plantago lanceolata* L. (llantén), *Cichorium intybus* L. (achicoria).
- **Herramientas:** Pala, pico, rastrillo, segadera, bolsas de papel, bolsas de plástico, wincha métrica, yeso, regla y útiles de escritorio.
- **Equipos:** Maquinaria agrícola con sus implementos, flexómetro.

### 3.2.2. A nivel del Laboratorio

**Tabla 2**

*Materiales, equipos y reactivos a nivel del laboratorio*

Proteína bruta (PB)	Fibra neutro detergente (FND)	Ceniza
- Matracas keldhal	- Equipo de flujo 413	- Crisol de porcelana
- Digestor y destilador keldhal	- Crisoles de filtración en vidrio de tipo alto, con porosidad gruesa y placa de filtración de 414	- Mufla
- Espatulas	40mm de diámetro con capacidad para 40-50 ml de líquido	- Desecador
- Perlas de vidrios		
- Granalla de zinc		
- Perilla de succión		
- Vasos de precipitado de 50 o 100ml.		
- Matarces de earlen mayer de 250 y 500 ml.		
- Vasos precipitados de 40 ml.		
- Buretas de 25 ml		
- Pinzas para fijar buretas		
- Soporte universal		
- Masking tape		
- Lápiz graso		
- 350 ml. de agua destilada		
1.5 gr. de muestra		
<b>Reactivos:</b>		



Proteína bruta (PB)	Fibra neutro detergente (FND)	Ceniza
- 16 ml. ácido sulfúrico concentrado 93 – 96 %		
- 50 ml. de ácido bórico al 4 %		
- 12 gotas de indicador rojo de metilo		
- 40 ml. de hidróxido de sodio		
- Ácido clorhídrico al 0.1 normal		

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1. Características generales del experimento

Área de Bloques

Largo : 33 m.

Ancho : 10 m.

Área : 330 m<sup>2</sup>

Distancia entre bloques: 1.00 m.

Área de unidad experimental

Largo: 10 m.

Ancho: 3 m.

Área: 30 m<sup>2</sup>

Área experimental

Largo: 33m.

Ancho: 34 m.

Área: 1054 m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Tratamientos evaluados

En el presente trabajo de investigación se estudiaron los siguientes factores: El factor Variedad (*Dactylis glomerata* L. temprana y tardía) es el principal componente de los tratamientos experimentales, las dosis son de 6, 8 y 10 kg/ha, junto con la combinación de asociaciones entre alfalfa, achicoria y llantén que representa el tratamiento con diferentes niveles de dosis, que se muestra en la siguiente (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Distribución de tratamientos*

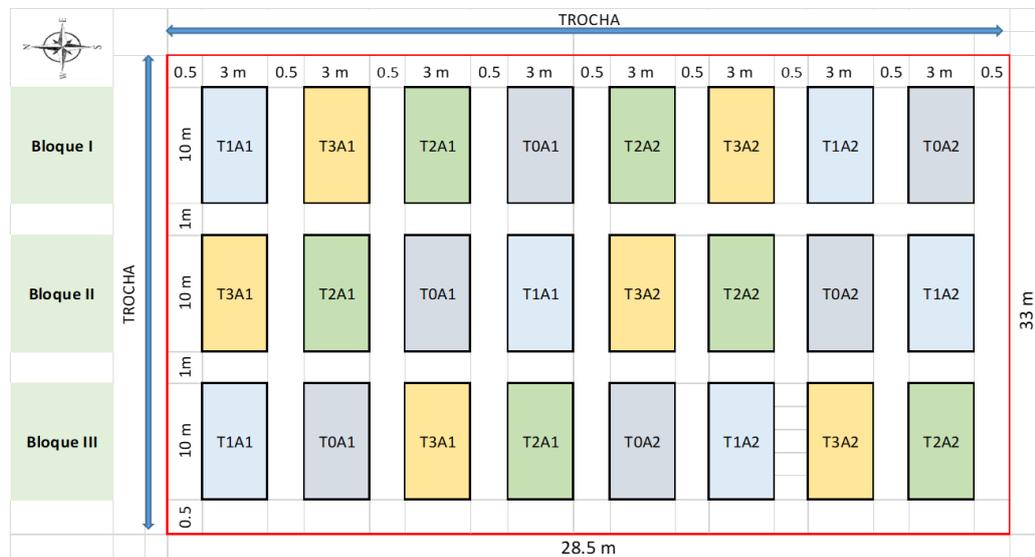
Tratamientos	Código	Factor Variedad	Factor Asociación/Densidad (Kg/ha)
<b>T1</b>	T0A2	Dactylis Temprana (6)	Alfalfa (24) + Achicoria (0) + Llantén (0)
<b>T2</b>	T1A2	Dactylis Temprana (6)	Alfalfa (22) + Achicoria (1) + Llantén (1)
<b>T3</b>	T2A2	Dactylis Temprana (8)	Alfalfa (16) + Achicoria (3) + Llantén (3)
<b>T4</b>	T3A2	Dactylis Temprana (10)	Alfalfa (10) + Achicoria (5) + Llantén (5)
<b>T5</b>	T0A1	Dactylis Tardía (6)	Alfalfa (24) + Achicoria (0) + Llantén (0)
<b>T6</b>	T1A1	Dactylis Tardía (6)	Alfalfa (22) + Achicoria (1) + Llantén (1)
<b>T7</b>	T2A1	Dactylis Tardía (8)	Alfalfa (16) + Achicoria (3) + Llantén (3)
<b>T8</b>	T3A1	Dactylis Tardía (10)	Alfalfa (10) + Achicoria (5) + Llantén (5)

### 3.3.3. Distribución experimental

La distribución de los 8 tratamientos experimentales del estudio (T0A1, T1A1, T2A1, T3A1, T0A2, T1A2, T2A2 y T3A2) se realizó de forma aleatoria en cada replica, los cuales consistió en 24 unidades experimentales, como se muestra en la siguiente figura 3.

**Figura 3**

*Croquis de distribución de los tratamientos experimentales.*



### 3.3.4. Diseño estadístico del experimento

El presente estudio el diseño experimental fue bloque completamente al azar con arreglo factorial de 2x4, donde los factores fueron: a) Dos Variedades de *Dactylis glomerata* L. (Temprana y tardía) y b) Cuatro asociaciones entre alfalfa, achicoria y llantén con diferentes niveles de dosis, comprendidos (alfalfa 24, 22, 16 y 10 kg; Achicoria con Llantén 0, 1, 3 y 5 kg/ha). Para verificar la veracidad del modelo, se utilizaron la prueba de homogeneidad de varianza de Bartlett y la prueba de Shapiro-Wilk para contrastar la normalidad del conjunto de datos. El programa estadístico SAS versión 9.4 se utilizó para el análisis de varianza y la separación de medias (la prueba de Tukey,  $p < 0.05$ ).

*Modelo aditivo lineal expandido:*

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + A_j + (V*A)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Es la respuesta obtenida con el i-ésimo Variedad, j-ésimo Asociación



- $\mu$  : Es la media general;
- $V_i$  : Es el efecto del i-ésimo nivel de factor Variedad
- $A_j$  : Es el efecto del j-ésimo nivel de factor Asociación
- $(V*A)_{ij}$  : Efecto de interacción entre el i-ésimo Variedad por j-ésimo Asociación
- $\beta_k$  : Es el efecto obtenido con el k-esimo bloque
- $\varepsilon_{ijk}$  : Es el error experimental

### **3.4. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO**

#### **3.4.1. Material biológico**

Se utilizó semillas de especies forrajeras del Programa Nacional de Pastos y Forrajes del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

#### **3.4.2. Muestreo y análisis de fertilidad del suelo**

Antes de la siembra correspondiente, se utilizaron las técnicas recomendadas y se tomaron muestras del suelo a una profundidad de aproximadamente 20 cm. Al final del proceso de muestreo, se mezclaron las submuestras y se obtiene una muestra representativa de aproximadamente un kilogramo. Esta muestra fue envasada en una bolsa de plástica, se hizo secar bajo sombra, se identificó y se etiquetaron y se envió al laboratorio de Aguas y Suelos de la Estación Experimental Illpa.

#### **3.4.3. Preparación del terreno**

La preparación del suelo se llevó a cabo utilizando herramientas agrícolas como el arado de discos luego, se procedió a pasar rastra mecánica a fin de desmenuzar los terrones, finalmente se efectuó el nivelado del terreno con la ayuda del implemento correspondiente que nos muestra en la siguiente figura 4.

#### Figura 4

*Fotografía que ilustra (a) mullido del terreno y (b) nivelado del terreno*



#### 3.4.4. Marcado del área experimental

Después del surcado, se llevó a cabo la delimitación del terreno utilizando estacas, cordel y yeso, dividiendo las parcelas en bloques y calles según la distribución de los tratamientos en estudio (figura 5).

#### Figura 5

*Fotografía que ilustra (a) Marcado del área experimental y (b) Marcado de las unidades experimentales.*



#### 3.4.5. Siembra

La siembra se realizó en el mes de enero de la campaña agrícola 2021 - 2022, en sistema al voleo y la profundidad de siembra fue a 1 cm de profundidad a nivel del suelo.

### 3.5. PARÁMETROS A EVALUAR

#### 3.5.1. Establecimiento por asociación de especies forrajeras

##### 3.5.1.1. Supervivencia (N° de plantas/0.025 m<sup>2</sup>)

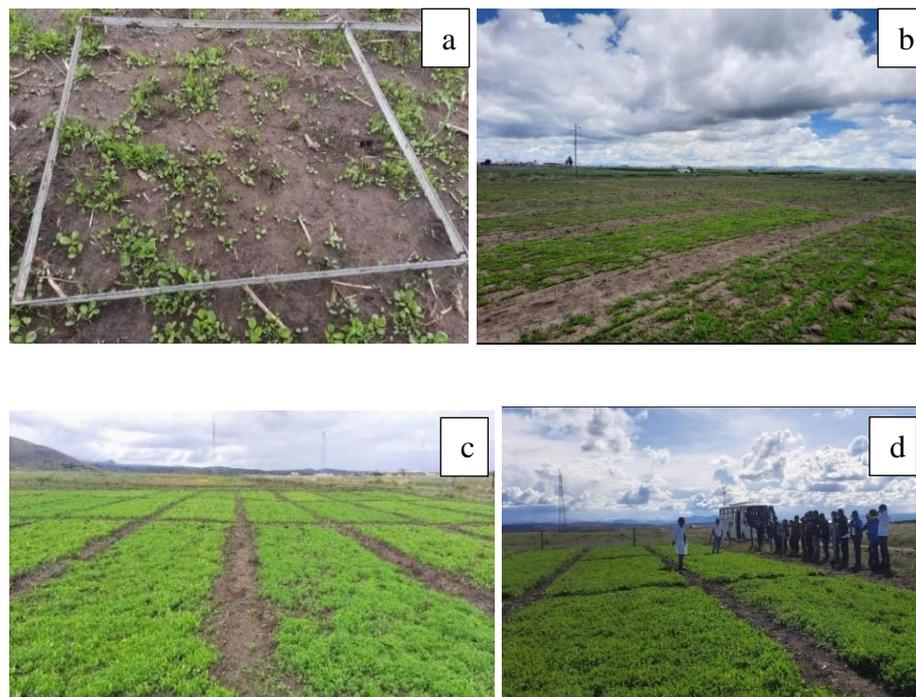
Las evaluaciones de cobertura vegetal se utilizaron para evaluar la pérdida de cobertura vegetal dentro del cuadrante, como se muestra en la figura 6.

##### 3.5.1.2. Cobertura vegetal (%)

Se utilizó un cuadrante de metal de 0.5 m<sup>2</sup> (100 x 50 cm) para evaluar la cobertura vegetal. Se observaron las especies vegetales dentro del cuadrante y las áreas despejadas, como se muestra en la figura 6.

#### Figura 6

*Fotografía que nos ilustra (a) Área de cobertura y (b, c y d) establecimiento de especies en las unidades experimentales*





### **3.5.2. Rendimiento por asociación de especies forrajeras**

#### **3.5.2.1. Materia verde (MV) (g/0.25m<sup>2</sup>)**

En una superficie conocida, se recortó el forraje al ras del suelo, en varios lugares que reflejan la diversidad de la vegetación presente en el potrero. El forraje cortado se recolecta, en una bolsa de papel o plástico y se identifica con un rotulo (con fecha muestreo, nombres, número de muestra, etc.), se comprime para extraer el aire y luego se registra el peso de la Materia verde. Calcular el rendimiento de materia verde por hectárea requiere restablecer el peso de la bolsa para obtener solo el peso del forraje.

#### **3.5.2.2. Digestibilidad in Vitro de Materia seca (DVMS) (%)**

La extracción del agua de las plantas al estado fresco o verde es lo que causa el contenido de DVMS. En la mayoría de los casos, esta tarea se lleva a cabo en laboratorios especializados, donde se utilizan hornos de ventilación forzada que se mantienen a temperaturas de 60 °C a 105 °C durante 24 y 48 horas, o durante el tiempo necesario para que la muestra alcance un peso constante. El procedimiento es lento. Este parámetro se expresa como porcentaje del forraje verde total cosechado. Se realiza con un marco de fierro cuadrado de 0.5 m<sup>2</sup> (100 x 50 cm), con especies vegetales dentro y áreas despejadas.

### Figura 7

Fotografía que nos ilustra (a) muestreo de bioamasa, (b) pesado de materia verde, (c y d) muestras para DVMS.



#### 3.5.3. Valor nutricional por asociación de especies forrajeras

Para el análisis del rendimiento y valor nutricional de las cuatro asociaciones de forrajes se realizó en el laboratorio de pastos y forrajes de la escuela profesional de Ingeniería Agronómica en la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Se enviaron las muestras pertinentes para sus análisis químicos y los parámetros para evaluar el valor nutritivo de los forrajes son:

##### 3.5.3.1. Proteína cruda (%)

El procedimiento fue iniciado con el peso aproximadamente 1.5 g de muestra seca y triturada, en un papel kraf. Luego se transferirá al tubo de digestión seco y posteriormente adicionar 5 ml de ácido sulfúrico concentrado  $\frac{1}{4}$  de pastilla kjeldah seguidamente se preparara un blanco,

agregando a un tubo de digestión, colocar los tubos en el digestor, instalar el recolector de vapores y encender el scrubber, seguidamente someter por 1 hora a una temperatura de 100°C. Aumentar gradualmente la temperatura, 50 °C cada 15 minutos hasta llegar a los 400 °C, mantenga la temperatura durante dos horas y no termine la digestión hasta que los tubos se vuelvan verdes. Se agregan 10 ml de agua destilada después de que los tubos se enfríen., por último, se debe colocar el tubo frío en el destilador Kjeldahl y colocar simultáneamente un Erlenmeyer ya sea de 100 ml o 250 ml, con 20 ml de ácido bórico al 2% y 5 gotas de solución indicadora.

### Figura 8

*Fotografía que ilustra el proceso para determinación Proteína cruda*



#### 3.5.3.2. Fibra detergente neutro (%)

Posteriormente, se pesó aproximadamente 1 g de muestra molida, se pasó por un tamiz de 1 mm y se colocó en un matraz de fondo redondo para iniciar el flujo. Luego, se agregó 100 ml de detergente neutro a temperatura ambiente y 2 ml de amilasa por muestra.



Luego se calentó en 5 a 10 minutos para que la solución hierva; al comenzar a hervir, reduzca la temperatura para evitar la formación de espuma. Configure la temperatura para que la solución hierva suavemente. Cuando empiece a hervir, mantenga la mezcla en reflujo por 60 minutos.

En seguida se agitó en el matraz para suspender y decante la muestra en un crisol previamente pesado y preparado para succión al vacío. Use poco vacío al principio incrementándolo a medida que lo vaya requiriendo. Pase toda la muestra al crisol con un mínimo de agua caliente (80°C) para lavar el matraz. Elimine el vacío, afloje la capa de muestra en el fondo del crisol y agregue agua caliente. Repita el proceso varias veces. Finalmente, lave con acetona dos veces sin quitar la muestra del filtro y seque con vacío.

Posteriormente, los crisoles se secaron a 105°C durante 12 horas y luego pesarlo en caliente (no debe durar más de 30 seg). Si no se puede pesar de inmediato, enfríe los crisoles en un desecador que tenga pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como desecante.

El residuo de fibra recuperado se registra en términos de paredes celulares.

Finalmente se determinó el contenido celular (material soluble) substrayendo este valor de 100.

*Cálculos:*

Paredes celulares (%) en “base seca” o “como se ofrece”.  $100 \text{ (peso del crisol} + \text{ paredes celulares) - (peso del crisol)/peso de la muestra.}$

El porcentaje del contenido celular se calcula restando de 100 el % de paredes celulares. El porcentaje del contenido celular se calcula restando de 100 el % de paredes celulares.

### Figura 9

*Fotografías que ilustra el proceso para determinación FDN.*



#### 3.5.3.3. Ceniza (%)

En un crisol de porcelana que se calcinó previamente y se llevó a un peso constante, se agregaron de 3 a 5 gramos de muestra. Luego se colocó el crisol en una mufla y se calcinó a 550°C durante 12 horas. Después de enfriar, se pasó a un desecador y se pesó nuevamente el crisol con la ceniza utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100(A - B)/C$$

Donde:

A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con Ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que las asociaciones forrajeras pueden inducir cambios en el establecimiento, rendimiento y composición de la calidad de dieta de los pastos forrajeros e influenciar sobre cuatro asociaciones a diferentes densidades de siembra (Mangado y Eguinoa, 2002). Las especies forrajeras se establecen eficientemente a su medio natural poniendo una sobrevivencia, cobertura vegetal, vigor y altura de especies forrajeras de alto valor nutritivo (Soto, 1996), debido a que poseen una variedad de mecanismos adaptativos para ajustarse a los cambios inducidos por efecto de diversos factores abióticos (Argote y Halanoca, 2007). Sin embargo, cabe precisar acerca de la variedad de *Dactylis glomerata* L. y asociaciones entre *Medicago sativa* L, achicoria y llantén siendo especies exóticas encontradas en este estudio (Mangado y Eguinoa, 2002), por lo tanto, fue posible encontrar una respuesta positiva que evidenció el establecimiento, rendimiento y calidad de dieta forrajera en cuatro asociaciones a diferentes densidades (Renzi y Cantamutto, 2011).

#### 4.1. EFECTO DE ASOCIACIONES DE ESPECIES FORRAJERAS.

##### 4.1.1. Establecimiento por asociación de especies forrajeras

Con respecto a algunos de los indicadores que definen el establecimiento de especies forrajeras, encontramos que la sobrevivencia ( $N^{\circ}$  de plantas/0.025 m<sup>2</sup>) estuvo influenciado por el factor asociación de especies forrajeras ( $p < 0.05$ ) y no hubo interacción entre variedad y asociaciones ( $p > 0.05$ ), donde la mejor respuesta fue obtenida con la asociación (A3) que compone (Llantén 5 kg/ha + Achicoria 5kg/ha + alfalfa W350 10 kg/ha + dactylis 10 kg/ha), lo cual fue superior, donde

se encontró un aumento progresivo en base a la densidad de semilla mostrando un promedio de número de plantas por 0.25 m<sup>2</sup> (1395.8), A2 está compuesto de la combinación (llantén 3 kg/ha + achicoria 3kg/ha + alfalfa W350 16 kg/ha + dactylis 8 kg/ha) que obtuvo promedio de (1113.2), A1 (llantén 1 kg/ha + achicoria 1kg/ha + alfalfa W350 22 kg/ha + dactylis 6 kg/ha) (1081.0) y A0 que está considerado como testigo (alfalfa W350 24 kg/ha + dactylis 6 kg/ha) muestra promedio (811.2) respectivamente (Tabla 4). Por otro lado, las interacciones de factores variedad de *Dactylis glomerata* L. y asociaciones a diferentes densidades no influyó sobre el porcentaje de la cobertura vegetal ( $p < 0.5$ ). En contraste a ello, en asociaciones donde mejor respuesta numéricamente fue obtenida en A1 (71.00), estuvo disminuyendo progresivamente según orden A3 (63.33), A0 (53.56) y A2 (49.11).

**Tabla 4**

*Efecto de cuatro asociaciones en relación de Dactylis glomerata L. de flor temprana y tardía sobre el establecimiento de especies forrajeras.*

Parámetros	Variedad		Asociaciones			
	<i>Dactylis glomerata</i> L.		A0	A1	A2	A3
	Flor Temprana	Flor Tardía				
Sobrevivencia (N° Plantas/0.25 m <sup>2</sup> )	1107.67 <sup>a</sup>	1092.92 <sup>a</sup>	811.2 <sup>b</sup>	1081.0 <sup>ab</sup>	1113.2 <sup>ab</sup>	1195.8 <sup>a</sup>
Cobertura vegetal (%)	62.22 <sup>a</sup>	56.28 <sup>a</sup>	53.56 <sup>a</sup>	71.00 <sup>a</sup>	49.11 <sup>a</sup>	63.33 <sup>a</sup>

Nota. Letras diferentes en la misma fila son significantes con la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).

Los resultados de sobrevivencia mejoraron a medida que aumentaba la densidad de semilla en comparación con el control. Esto se observó en



asociaciones que se vieron afectadas inicialmente por la calidad de la semilla y por la preparación del suelo, (Renzi y Cantamutto, 2011). Posteriormente se observó el impacto de las malezas como competencia por los nutrientes, el agua y la luz solar, lo que podría disminuir la supervivencia y el rendimiento de las plantas (Dhima et al., 2007). El control fitosanitario y las condiciones climáticas extremas como heladas, sequías o inundaciones que podrían afectar la supervivencia de las plantas forrajeras (Espinoza et al., 2018).

Los resultados de la cobertura vegetal con menor densidad, tuvieron mayor porcentaje de cobertura en comparación con altas densidades de semilla. Por lo tanto, juega un papel importante en el ciclo de nutrientes al absorber nutrientes del suelo (Capurro et al, 2011). por otro lado, las densidades altas de semilla donde hubo defoliación constante y las interacciones químicas hicieron que las plantas liberaran compuestos químicos en el suelo a través de la caída de hojas, raíces o exudados radiculares, lo que resultó en una reducción de la cobertura vegetal. en A2. Estos compuestos pueden cambiar la actividad microbiana, la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, lo que afecta el crecimiento y la salud de otras plantas en la zona, por lo que la superficie del suelo tiene menos protección (Desalegn et al., 2015).

#### **4.1.2. Rendimiento por asociaciones de especies forrajeras**

Con respecto al estado de la planta, la proporción de MV fue el componente importante por su contenido nutritivo con respecto al material senescente. La tendencia de las proporciones de estado verde nos muestra una disminución a nivel de las variedades de *Dactylis glomerata* L. de flor tardía con referencia de flor temprana, a nivel de las asociaciones el incremento de materia



verde fue mayor a medida que era alta la densidad de siembra, mientras el estado de senescencia en variedad de *Dactylis* y a nivel de las asociaciones fueron relativamente variable, solo con una particularidad de que fue menor en Asociación con alta densidad de siembra con respecto al control. La diferencia del peso de MV estuvo influenciada por variedad mostrando diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) siendo mayor con promedio 320.16 en variedad *Dactylis* con flor tardía con respecto a 720.66 de *Dactylis* de flor temprana, además mostró altamente significativo en asociaciones ( $p < 0.01$ ), sin embargo, no evidencio interacción entre variedad y asociación ( $p > 0.5$ ). La cantidad de material verde mostraron incremento en función a la densidad de semilla siendo mayor en A3 con 361.13, 333.01 en A2 y 315.06 en A1 con respecto al control 172.43 en A0 (Tabla 5).

Con respecto a la proporción de MS fue resultado de la diferencia de la humedad. La tendencia de las proporciones de estado de materia seca nos muestra una ligera disminución al incrementar las dosis de densidad de semilla tanto de *Medicago sativa* L., *Cichorium intybus* L. y *Plantago major* L, sin embargo, a nivel de las variedades de *Dactylis glomerata* L. de flor temprana mantuvo la superioridad con respecto a *Dactylis* de flor tardía. La diferencia del peso de materia seca estuvo influenciada por asociaciones ( $p < 0.01$ ), y no por variedad de *Dactylis glomerata* L. ( $p > 0.05$ ) ni hubo interacción entre variedad y asociación de especies forrajeras ( $p > 0.5$ ). la cantidad de materia seca en la asociación en orden A0, A1, A2 y A3 alcanzaron niveles de 22.640, 19.837, 18.033 y 17.958 respectivamente.

**Tabla 5**

*Efecto de cuatro asociaciones en relación a Dactylis glomerata L. de flor temprana y tardía sobre rendimiento*

Parámetros	Variedad		Asociaciones			
	<i>Dactylis glomerata</i> L.		A0	A1	A2	A3
	Flor Temprana	Flor Tardía				
Materia verde (g/0.25 m <sup>2</sup> )	270.66 <sup>b</sup>	320.16 <sup>a</sup>	172.43 <sup>b</sup>	315.06 <sup>a</sup>	333.01 <sup>a</sup>	361.13 <sup>a</sup>
Digestibilidad in Vitro de la Materia Seca (g/0.25 m <sup>2</sup> )	20.62 <sup>a</sup>	18.61 <sup>a</sup>	22.64 <sup>a</sup>	19.84 <sup>ab</sup>	18.03 <sup>b</sup>	17.96 <sup>b</sup>

Nota. Letras diferentes en la misma fila son significantes con la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).

Al obtener resultados de peso de materia verde, se observa una mayor diferencia entre las variedades de *Dactylis glomerata* L. De los cuales de flor tardía es considerada de alto valor forrajero, adaptable, capaz de crecer en una amplia variedad de condiciones climáticas y tipos de suelo, es resistente a la sequía moderada y tolera suelos de baja fertilidad (Paredes, 2013). sin embargo, la variación de densidad de siembra influyó en la producción de materia verde a nivel de asociaciones. La gestión, producción y conservación de las especies forrajeras requieren una comprensión de estos procesos (Paredes, 2013).

El porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca, en el que las variedades de *Dactylis glomerata* L. no se observaron diferencias, pero se obtuvo un aumento en A3, que compone altas densidades, en las plantas que llegaron a su madurez vegetativa, se relaciona con los hallazgos de Pestico (2010), que muestran que a medida que aumenta la edad, también aumenta el porcentaje, lo que indica una relación lineal directa entre la edad y la materia seca. Por lo tanto, se demostró que las edades de corte eran más altas en los 30 días con un 75 %,



seguidas de las edades de 60, 120 y 90 días. Estaría relacionado con el estado fenológico de las plantas, el manejo de la fertilización y el riego, así como con la capacidad de las leguminosas para aprovechar el nitrógeno atmosférico (Paredes, 2013).

#### 4.1.3. Valor nutricional por asociación de especies forrajeras

El contenido de PC estadísticamente no fue significativo en ninguno de los variables ( $p > 0.05$ ) sin embargo existe diferencias numéricamente siendo superior la variedad *Dactylis glomerata* L. de flor temprana con promedio (13.32), respecto a (12.33) de *Dactylis* de flor tardía (Tabla 6). Similarmente en FDN de la dieta estadísticamente no fue diferente ( $p > 0.05$ ) pero si muestra diferencia numéricamente siendo mayor en la variedad *Dactylis glomerata* L. de flor temprana con promedio (36.55), comparado con *Dactylis* de flor tardía con (35.48) respectivamente. mientras en ceniza mostraron la influencia de los factores en forma independiente donde estadísticamente hubo diferencia en variedad de *Dactylis* ( $p > 0.05$ ) y también mostraron diferencias significativas en asociaciones ( $p > 0.05$ ) de igual manera en los bloques mostraron diferencias ( $p > 0.01$ ). De los cuales fue superior en variedad *Dactylis* de flor tardía con promedio (11.8300) con respecto a *Dactylis* de flor temprana con (10.9017) respectivamente. Mientras en asociaciones forrajeras hubo incremento en base a mayor densidad de semilla siendo mayor en A3, A2, A1 y A0 en orden los promedios (12.2567, 11.4750, 11.2267 y 10.5050) respectivamente los cuales se puede observar (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Efecto de cuatro asociaciones en relación de Dactylis glomerata L. de flor temprana y tardía sobre calidad de la dieta forrajera.*

Composición química	Variedad		Asociaciones			
	<i>Dactylis glomerata L.</i>		A0	A1	A2	A3
	Flor temprana	Flor tardía				
Proteína cruda (PC%)	13.32 <sup>a</sup>	12.33 <sup>a</sup>	12.82 <sup>a</sup>	13.34 <sup>a</sup>	12.82 <sup>a</sup>	12.32 <sup>a</sup>
Fibra detergente Neutro (FDN%)	36.55 <sup>a</sup>	35.48 <sup>a</sup>	36.22 <sup>a</sup>	36.46 <sup>a</sup>	35.39 <sup>a</sup>	35.99 <sup>a</sup>
Ceniza (%)	10.90 <sup>b</sup>	11.83 <sup>a</sup>	10.51 <sup>b</sup>	11.23 <sup>ab</sup>	11.48 <sup>ab</sup>	12.26 <sup>a</sup>

Nota. Letras diferentes en la misma fila son significantes con la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).

En el estudio se descubrió que, independientemente del régimen de asociación, la calidad de la dieta disminuida durante el período seco se debe a la madurez de la vegetación. Esta madurez se acompaña de un aumento de los componentes de la pared celular, una disminución de la digestibilidad y un bajo contenido de proteína cruda (Renzi y Cantamutto, 2011). La A1 demostró un porcentaje de proteína cruda más alto con densidad de semilla más baja de la flor temprana de *Dactylis glomerata L.*, en el cual fue influencia porque no hubo mucha competencia de nutrientes (Terrones, 2022). sin embargo, *Dactylis glomerata L.* de flor tardía se asemeja a asociaciones de alta densidad, así como por la variabilidad climática, el tipo de ecosistema, la florística del área de ejecución, los atributos propios del manejo y sus interacciones tienen un impacto en la calidad nutritiva de la dieta (Quiroga, 2013).



Los hallazgos indicaron que la FDN era mayor en control de *Dactylis glomerata* L. flor temprana que en asociaciones con altas densidades de semilla. Esto se relacionó con una menor digestibilidad y un menor contenido de proteína cruda (Hernández, 2010). los hallazgos coinciden con los de Mamani (2016), quienes señalan que el régimen de manejo puede afectar las características nutricionales de una dieta, como la fibra detergente neutra, la digestibilidad y los niveles de proteína cruda, donde si el sistema de pastoreo, permite una mayor acumulación de contenido de pared celular, esto reducirá su digestibilidad y valor nutricional.

Finalmente, el porcentaje de ceniza fue mayor en asociaciones de mayor densidad en comparación con el control. La composición química y los requisitos nutricionales de la especie tuvieron un impacto (Cubas, 2021). Por lo tanto, según la edad de la planta, las plantas jóvenes tienden a tener menos ceniza que las plantas más maduras y las hojas tienden a tener más ceniza que los tallos (Pestico, 2010). las plantas que crecen en suelos secos con baja fertilidad pueden acumular más minerales en sus tejidos para compensar la falta de nutrientes debido a factores como la composición mineral del suelo, el clima y las condiciones de crecimiento (Rodriguez y Ruz, 2022).



## V. CONCLUSIONES

- El establecimiento de las especies forrajeras *Dactylis glomerata* L. de flor temprana mostró una significancia en las asociaciones, lo que resultó a una mayor densidad de siembra con 1107.67 N° de plantas /0.25 m<sup>2</sup> de incremento en sobrevivencia y mejor comportamiento en cobertura vegetal con 62.22 % lo que finalmente resultó en un mejor estado ecológico de pastos cultivados.
- En rendimiento *Dactylis glomerata* L. de flor tardía tuvo significancia mostrando una diferencia de 320.16 g/0.25 m<sup>2</sup> MV y 18.61 g/0.25 m<sup>2</sup> de MS, mostrando un impacto significativo en las asociaciones con 35.37% de incremento a favor de alta densidad de siembra con diferencia de 7.548 kg/ha de MV. Sin embargo, en digestibilidad in vitro de materia seca (%) tan solo mostró significancia a nivel de las asociaciones donde hubo un incremento 11.53% en control con respecto asociaciones con alta densidad de siembra.
- En valor nutritivo de las variedades y asociaciones con diferentes densidades de siembra de *Dactylis glomerata* L. no mostraron diferencias significativas en PC (%) y FDN (%), sin embargo, en *Dactylis glomerata* L. de flor temprana y en asociación control se manifestaron mejor. En cambio, en ceniza con 11.83 % mostraron una significancia en *Dactylis glomerata* L. de flor tardía siendo superior en alta densidad de siembra a nivel de las asociaciones.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se proponen investigaciones similares de larga duración, más de tres años, para evaluar el impacto de las asociaciones sobre el establecimiento de especies forrajeras, así como el estado de producción y sobrevivencia de los pastos forrajeros, teniendo en cuenta la variabilidad climática propia de los ecosistemas del altiplano. Se recomienda la metodología Estado de Conservación para una mejor comprensión y explicación de las variables evaluadas.
- Realizar investigaciones para optimizar la estructura vegetal de los pastos forrajeros tomando en cuenta las ventajas de los sistemas de pastoreo, donde se acumulan cantidades diferentes de material vegetal para la sostenibilidad de las áreas de pastoreo y la composición botánica, en detrimento del valor nutritivo y la disponibilidad de nutrientes para los animales.
- Para calcular el efecto económico del descanso, se sugiere analizar el aumento en la producción de forraje y la calidad del forraje en relación a la capacidad de carga, utilizando diferentes escenarios de manejo del pastoreo, sin olvidar e incluir un análisis de impacto ambiental y de sensibilidad.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aosca, A. O. (2023). Winter survival, fall dormancy & pest resistance ratings for alfalfa varieties. St.Paul.
- AZUD. (2023). La cultura del agua. Alcantarilla, Murcia, España
- Apaza, W. Z., & Miranda, W. (2021). Evaluar la población y productividad de ganado vacuno mejorado con tres índices de uso de pastos instalados en el sistema de riego Silarani Cabana San Roman Puno. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4710>
- Aguilar EY, Bórquez JL, Domínguez IA, Morales A, Gutiérrez MG, González M. (2013). Forage yield, chemical composition and in vitro gas production of triticale (X Triticosecale wittmack) and barley (Hordeum vulgare) associated with common vetch(*Vicia sativa*) preserved as hay or silage. J Agr Sci Pag: 227-238.
- Altamirano, H. (2011). Evaluación de diferentes densidades de simbra del Plantago. Obtenido de Evaluacion de diferentes densidades de simbra del Plantago: Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>
- Argote, G. y Halanoca, M. (2007). Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano Puno. Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes, Estación Experimental Agraria Illpa, INIA, Puno-Perú.
- Argote, G. & Ruiz, J. (2011). Guía Técnica Curso – Taller. Manejo y Conservación de Avena Forrajera. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Alendez, R. (2000). Efecto de la edad de corte y abonamiento organico sobre el valor nutritivo de 7 variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en época lluvia. Tesis de grado para la obtención del Título de ingeniero Zootecnista.
- Astete, C. (1995). Producción de Forrajes en el sur del Perú. UNSAAC-CUSCO. AZUD. (2023). La cultura del agua. Alcantarilla, Murcia, España.



- Basigallup, D. (2007). Cultivo de alfalfa en la Argentina. Buenos Aires.
- Benavidez, F. (2005). Evaluación de Tres Gramíneas Forrajeras a Diferentes Niveles de Asociación con Veza Velluda (*Vicia Villosa* Roth) en el Altiplano Central. Universidad Mayor DE San Andrés. La Paz, Bolivia.
- CANDIA, G (2011). Producción de festucaarundinacea Schrev sembrada sola en mezcla con *Lolium perenne* L.; en un andisol de la region de Araucania. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.
- Capurro, J.; Dickie, M.; Ninfi, D.; Zazzarini, A.; Tosi, E. y Gonzales, M. (2011). *Vicia* y Avena como Cultivos de Cobertura en Maíz. Agricultores del Sur de la Provincia de Santa Fe Argentina.
- Caritas del Perú, C. R. (2016). Desarrollo ganadero en zonas altoandinas con las introducción del cultivo de alfalfa dormante de secano
- Carambula. (2007). Produccion y manejo de pasturas. En Carambula, Mezclas Forrajeras (pág.464). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Cubas, M. B. (2021). Evaluación de la composición química y comportamiento productivo de seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa* en dos pisos altitudinales en la provincia de Santa Cruz- Cajamarca. Tesis presentada para el grado de Ingeniero Zootecnista, Cajamarca.
- Clares, A. (2014). Evaluación del comportamiento productivo de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*) bajo tres dosis de abonado, en la comunidad Chijipina grande de provincia Omasuyos del departamento de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.
- Choque, J. (2005). Producción y manejo de especies forrajeras. UNA-Puno. 306 p.
- Choque, J. (2005). Producción y manejo de forrajes. Universidad Nacional de educación Enrique Guzmán y Valle. Lima Perú.
- Desalegn K, Hassen W. (2015). Evaluation of biomass yield and nutritional value of different species of vetch (*Vicia*). Am Nat J Nutr 4: 99-105.



- DGPA-Dirección General de Promoción Agraria (2005). Manual de Manejo de Pastos Cultivados para Zonas Alto Andinas. Ministerio de Agricultura- Dirección de Crianzas. Consultado el 20 de marzo del 2019 a horas 15.30 pm [en línea]. Disponible:  
URL:[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastosforrajes/manual\\_pastos.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastosforrajes/manual_pastos.pdf)
- Delgado, I., Muñoz, F., & Andueza, D. (2014). Evaluación de diferentes dosis de siembra de alfalfa en secano. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, España.
- Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dordas CA. (2007). Índices de competencia de arvejas comunes y cultivos intercalados de cereales en dos proporciones de siembra. *Cultivo de campo Res 100: 249-256 DOI: 10.1016/j.fcr.2006.07.008*
- Estero, (2013). Achicoria forrajera de muy alta producción y persistencia. Disponible en: <[http://www.estero.com.uy/images/fichas\\_en\\_PDF/pasturas\\_fichas/ficha\\_de\\_pasturas\\_otras/Achicoria%20Salad%20A.pdf](http://www.estero.com.uy/images/fichas_en_PDF/pasturas_fichas/ficha_de_pasturas_otras/Achicoria%20Salad%20A.pdf)>
- Espinoza F, Nuñez W, Ortiz I y Choque D. (2018). Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (*Avena sativa*) con vicia (*Vicia sativa*) en condiciones de secano y gran altitud *Rev Inv Vet Perú 2018. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15202>*
- Erol. A, Kaplan M. y Kizilsimsek. M. (2009). Avena (*Avena sativa*) mezclado con vicia común (*Vicia sativa*) cultivado en una base de bajo rendimiento para una agricultura sostenible. Departamento de Field Crops, Agriculture Faculty, University of Kahramanmaras Sutcu Imam, Kahramanmaras, Turkey
- Farfan Loaiza, R. D., & Farfan Tenicela, E. R. (2012). Producción de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales alto andinos. Primera Edición
- Flores-Santiago, E. J., Guerrero-Rodríguez, J. D., Cadena-Villegas, S., Alejos-de Fuente, J. L., Mendoza-Pedroza, S. I., Luna-Guerrero, M. J., ... & Hernández-Garay, A. (2018). Dynamics of orchard grass stems (*Dactylis glomerata* L.), alone and



associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.).

- Flores, A. (2015). Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos. Universidad Nacional Agraria la Molina, Perú.
- Gaytan, J. A., Castro, R., Villegas, Y., Aguilar, G., Solis, M. M., Cruz, J., & Negrete, L. O. (2019). Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencia de defoliación. Universidad Autónoma de San Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, San Luis de Potosí, México. Obtenido de <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>
- Gaytan, J. A. (2018). Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencia de defoliación. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.
- Guzman, Spada, & Mombelli. (2007). Eficiencia del uso de la radiación de cultivares de alfalfa de distinto grado de reposo en Córdoba, Argentina. Estación Experimental Agropecuaria INTA, Córdoba, Argentina
- Hernández, S. (2010). Importancia de la fibra en la alimentación de los bovinos. Facultad de Medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.
- Huamani, B. (1987). Fertilización PK en el cultivo de alfalfa y su relación con los potenciales químicos del suelo. UNSCH, Ayacucho, Perú
- Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA. (2016). Tecnología Producción de Semillas de Vicia Forrajera. Ficha Informativa. Estación Experimental Agraria Illpa – Puno, Perú.
- Keim, J. P., Momberg, J., & Balocchi, O. A. (2017). Evaluación del establecimiento de tres cultivares de achicoria (*Cichorium intybus* L.) en siembra asociada a ballica bianual y avena en la comuna de Purranque. *Agro sur*, 45(2), 21-29. Disponible en: <http://146.83.217.169/index.php/agrosur/article/view/5893>
- Lus, J. (2015). Alfalfa en ambientes salinos o salinos sodicos. Boletín todoagro, Argentina.



- Li, G. & Kemp, P. D. (2005). Forage chicory (*Cichorium intybus* L.): A review of Its agronomy and 483 animal production. *Adv. Agron.* 88 (5):187-222.
- Mangado, J. & Eguinoa, P. (2002). Asociaciones Forrajeras Cereal-Leguminosa en Cultivo Ecológico en la Navarra Húmeda, España.
- Mamani, J. (2016). Avena Forrajera: Rendimiento, Valor Nutricional, Ventaja Comparativa y Competitiva en la Región Puno. Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.
- Mayhua, P., Contreras, J., Ramos & Quispe, E. (2008). Instalación y conservación de pastos cultivados en altura. *Incagro. Proyecto: Identificación de alpacas de alto valor genético con mejora del medio ambiente y fortalecimiento de capacidades Huancavelica-Perú.*, 76 p.
- Mendoza-, S. I., Garay, J. R., Rojas, A. R., Joaquín, B. M., Cruz, A., Ramírez, O., & Hernández, A. (2018). Seed size in the physiological quality of *Dactylis glomerata* L. and *Lolium perenne* L.
- Ministerio del Ambiente. (2019). Línea de base de la alfalfa con fines de bioseguridad en el Perú.
- Moreno. (2012). Caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*Cichorium intybus*) y llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo. obtenido de caracterización fenológica y nutricional de achicoria (*Cichorium intybus*) y llantén (*Plantago lanceolata*) para pastoreo: Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1709/1/3820mor.pdf>
- Mulsera P. y Ratera G. (1991). Producción de praderas y forrajes. Ed. Limusa, España.
- Orafti. (2015). Manual técnico de cultivo. Disponible en <http://www.orafti.cl/download/manualtecnicocultivo2014-2015.pdf> (Consulta 20 marzo 2015)
- Quispe, S. (2022). Evaluación de la producción del cultivo asociado de leguminosas y gramíneas forrajeras en la comunidad de Jacaspampa, Ocos-Ayacucho.
- Pérez, A., Matías, C., González, Y., & Alonso, O. (2017). Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. *Pastos y Forrajes*, 20(1).



- Paredes, M. C. (2013). Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas. Trabajo final de Ingeniería e Producción Agropecuaria. Universidad Católica Argentina., Argentina.
- Paucar, P. (2010). Evaluación y caracterización morfo agronómico del *Plantago lanceolata*. Obtenido de Evaluación y caracterización morfo agronómico del *Plantago lanceolata*: disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1257/1/17T0963.pdf>
- Palomino Quispe, S. (2022). Evaluación de la producción del cultivo asociado de leguminosas y gramíneas forrajeras en la comunidad de Jacaspampa, Ocos-Ayacucho. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/items/8b7b3268-5072-478d-96be-7d640287a443>
- Paredes, G. (1987). Producción y Mejoramiento de Pastos. Alto andino con la incorporación de leguminosas. Impresiones Zenit. Puno. Perú.
- Pestico, C., Garcia C, L., Vazques de Aldana, B., & Garcia Ciudad, A. (2010). Aplicacion de la tecnica NIRS para el analisis de materia seca y proteína en hojas de alfalfa. Producción Animal. Instituto de Recursos Naturales y Agro biología., Salamanca.
- Posada, J. O. (2005). Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín.
- Príncipe, O. (2008). Manual de Producción de Pastos en Sierra. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación. Proyecto: “Fortalecimiento de la Cadena Productiva de Leche del Distrito De Cusca, Provincia de Corongo”. Perú.
- Quiroga Garza, H. M. (2013). Tasa de acumulación de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatológicas. Revista mexicana de Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias., Estado de México.
- Rahetlah VB, Randrianaivoarivony JM, Razafimpamoa LH, Ramalanjaona VL. (2010). Effects of seeding rates on forage yield and quality of oat (*Avena sativa* L)



- vetch (*Vicia sativa* L) mixtures under irrigated conditions of Madagascar. *Afr J Food Agric Nutr Dev* 10: 4254-4267.
- Renzi, J., & Cantamutto, M. (2011). Influencia del estado de madurez a cosecha sobre la calidad de semillas de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Argentina.
- Rodriguez, N., & Ruz, E. (2022). Fertilización en alfalfa. Chile.
- Rojas Garci, A., Torres Salado, N., Joaquin Cancino, S., Hernandez Garay, A., Maldonado Peralta, M., & Sanchez Santillan, P. (2017). Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agrociencia* vol. 51. Universidad Autonoma de Gerrero, Texcoco, Mexico.
- Romero. (1996). Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de las plantas. En Romero, Praderas para Chile (pág. 173). Santiago-Chile: Ministerio de agricultura.
- Rossanigo, R., Spada, M., & Bruno, O. (1995). Cultivares de alfalfa, grado de reposo y panorama varietal. La alfalfa en la Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.
- Rowarth, J. (1990). Plantain seed production in a radial trial. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, v. 52, p. 103-106, + 1990.
- Sangay W. P. (2022). Evaluación de la composición química y comportamiento productivo de cinco variedades de gramíneas perennes en Santa Cruz-Cajamarca. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6707>
- Sanderson, M.; Labreveux, M.; Hall, M.; Elwinger, G. (2003). Nutritive value of Chicory and English Plantain forage. *Crop Science*, v.43, p. 1797-1804.
- Soto, P. (1996). *Especies forrajeras mejoradas*. 2da Edición. Instituto de Investigación Agropecuaria-INIA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile
- Stewart, A. (1996). Plantain a potencial pasture species. *Proceeding of New Zealand grassland association*. Nueva Zelanda.



Terrones, F. D. M. (2022). Evaluación del rendimiento productivo y valor proteico en siete gramíneas forrajeras.

Wahla IH, Ahmad R, Ehsanullah A, Jabbar A. (2009). Competitive functions of components crops in some barley based intercropping systems. *Int J Agric Biol* 11: 69-72. doi: 11(1):1560-853011

Yilmaz S, Ali Özel A, Atak M, Erayman M. (2018). Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turk J Agric For* 39: 135 - 143. doi: 10.3906/tar1406-155



## ANEXOS

### ANEXO 1. Base de datos del experimento

Variedad	Asociación	Superv. (N° Plantas 0.25 m <sup>2</sup> )	CV (%)	MV (%)	Senescente (%)	Prot (%)	FDN (%)	Ceniza (%)	MS (%)
DTEM	A0	829	65	179.8	14.67	13.16	36.1	9.46	25.16
DTEM	A0	939	65	159.9	13.33	15.18	38.18	9.57	24.35
DTEM	A0	917	65	179	10.67	12.13	36.6	9.44	22.05
DTEM	A1	793	83	259.2	6.67	16.2	39.28	11.64	18.65
DTEM	A1	1001	72	294.3	6.67	12.16	35.1	10.07	20.57
DTEM	A1	1109	71	272.7	8.00	15.15	38.18	9.45	22.02
DTEM	A2	1247	28	288.6	21.33	12.15	35.45	11.48	15.47
DTEM	A2	1124	57	306.1	12.00	14.17	34.4	11.37	23.93
DTEM	A2	1066	71	309.3	8.00	12.13	35.08	11.72	18.44
DTEM	A3	1169	44	230.3	12.00	15.18	38.1	14.36	15.77
DTEM	A3	1376	60	396	5.33	10.12	34.01	10.84	21.88
DTEM	A3	1722	65	372.8	2.67	12.15	38.1	11.42	19.2
DTAR	A0	865	15	160.6	32.67	14.17	37.6	12.39	17.26
DTAR	A0	880	35	169.8	36.00	11.14	34.63	12.81	24.22
DTAR	A0	437	76	185.4	6.67	11.15	34.25	9.36	22.8
DTAR	A1	1365	69	396.6	3.33	13.16	36.2	12.31	20.88
DTAR	A1	1111	55	295.1	22.67	11.14	34.6	13.22	17.29
DTAR	A1	1107	77	372.4	6.67	12.2	35.4	10.67	19.61
DTAR	A2	1102	9.3	350.2	41.33	13.16	36.15	12.15	13.31
DTAR	A2	1011	79	351.2	6.67	12.15	35.03	11.67	18.28
DTAR	A2	1129	51	392.8	13.33	13.17	36.2	10.46	18.77
DTAR	A3	1023	84	412.9	5.33	12.15	35.5	12.99	16.33
DTAR	A3	1789	81	435.9	8.00	12.18	35.2	12.51	19.19
DTAR	A3	1296	45	318.9	12.00	12.14	35.01	11.42	15.38



**ANEXO 2.** Análisis de varianza (ANVA) para sobrevivencia de plantas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
Bloque	2	43960.333	21980.167	0.46	0.6397	ns
Variedad	1	1305.375	1305.375	0.03	0.8709	ns
Asociación	3	1028856.458	342952.153	7.20	0.0037	**
Interacción (V*A)	3	128480.458	42826.819	0.90	0.4662	ns
Error	14	666960.333	47640.024			
Total corregido	23	1869562.958				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.643253	19.83710	218.2659	1100.292

**ANEXO 3.** ANVA para cobertura vegetal (%)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
Bloque	2	1140.111111	570.055555	1.39	0.2808	ns
Variedad	1	212.018518	212.018518	0.52	0.4835	ns
Asociación	3	1739.759259	579.919753	1.42	0.2795	ns
Interacción (V*A)	3	1056.500000	352.166667	0.86	0.4844	ns
Error	14	5730.111111	409.293651			
Total corregido	23	9878.500000				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.419941	34.14516	20.23101	59.25000

**ANEXO 4.** ANVA para materia verde (g/0.25/m<sup>2</sup>)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
Bloque	2	1358.6078	679.3039	0.31	0.7383	ns
Variedad	1	14702.3250	14702.3250	6.71	0.0214	*
Asociación	3	127462.9687	42487.6562	19.39	<.0001	**
Interacción (V*A)	3	5511.4728	1837.1576	0.84	0.4950	ns
Error	14	30675.1057	2191.0790			



Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
<b>Total corregido</b>	23	179710.4800				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.829308	15.84555	46.80896	295.4076

#### ANEXO 5. ANVA para materia seca (%)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
<b>Bloque</b>	2	45.49173333	22.74586667	3.94	0.0439	*
<b>Variedad</b>	1	24.34120417	24.34120417	4.22	0.0592	ns
<b>Asociación</b>	3	86.67574583	28.89191528	5.00	0.0145	*
<b>Interacción (V*A)</b>	3	1.71261250	0.57087083	0.10	0.9593	ns
<b>Error</b>	14	80.8282000	5.7734429			
<b>Total corregido</b>	23	239.0494958				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.661877	12.24850	2.402799	19.61708

#### ANEXO 6. ANVA para proteína cruda (%)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
<b>Bloque</b>	2	8.74585833	4.37292917	2.08	0.1616	ns
<b>Variedad</b>	1	5.97003750	5.97003750	2.84	0.1139	ns
<b>Asociación</b>	3	3.09087917	1.03029306	0.49	0.6944	ns
<b>Interacción (V*A)</b>	3	5.06021250	1.68673750	0.80	0.5127	ns
<b>Error</b>	14	29.40280833	2.10020060			
<b>Total corregido</b>	23	52.26979583				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.437480	11.30023	1.449207	12.82458

**ANEXO 7. ANVA para fibra detergente neutra (%)**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
<b>Bloque</b>	2	11.03230833	5.51615417	3.60	0.0547	ns
<b>Variedad</b>	1	6.83733750	6.83733750	4.46	0.0530	ns
<b>Asociación</b>	3	3.84317917	1.28105972	0.84	0.4960	ns
<b>Interacción (V*A)</b>	3	7.50634583	2.50211528	1.63	0.2266	ns
<b>Error</b>	14	21.44082500	1.53148750			
<b>Total corregido</b>	23	50.65999583				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.576770	3.436199	1.237533	36.01458

**ANEXO 8. ANVA para ceniza (%)**

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F	Sig.
<b>Bloque</b>	2	10.54493333	5.27246667	5.93	0.0136	*
<b>Variedad</b>	1	5.17081667	5.17081667	5.82	0.0301	*
<b>Asociación</b>	3	9.39541667	3.13180556	3.52	0.0433	*
<b>Interacción (V*A)</b>	3	5.27315000	1.75771667	1.98	0.1636	ns
<b>Error</b>	14	12.43886667	0.88849048			
<b>Total corregido</b>	23	42.82318333				

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	var Media
0.709530	8.293257	0.942598	11.36583



## ANEXO 9. Resultados de análisis del rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA  
LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES



### RESULTADOS DE ANALISIS

**ASUNTO** : Evaluación del Establecimiento, Rendimiento y Valor Nutritivo de Cuatro Asociaciones Forrajeras  
**INTERESADO** : Hernan Flores Miranda  
**PROCEDENCIA** : Estación Experimental Agraria – INIA ILLPA  
**MOTIVO** : Trabajo de investigación (Tesis)  
**MUESTREO** : 02-04-2023  
**RECEPCION** : 02-04-2023  
**HORA** : 01:36 PM

CLAVE CAMPO	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	EXTRACTO ETereo %	PROTEINAS %	CENIZA %	F.D.N. %	F.C. %	CARBOHIDRATOS	ENERGIAS (Kcal)
T1A1	79.12	20.88	12.15	13.16	12.31	36.20	18.20	62.38	411.51
T3A1	83.67	16.33	11.91	12.15	12.99	35.50	18.80	63.00	407.79
T2A1	86.69	13.31	11.61	13.16	12.15	36.15	17.20	63.08	409.45
TOA1	82.74	17.26	12.28	14.17	12.39	37.60	17.83	61.16	411.84
T2A2	84.53	15.47	12.16	12.15	11.48	35.45	16.82	64.21	414.88
T3A2	84.23	15.77	12.15	15.18	14.36	38.10	19.60	58.31	405.31
T1A2	81.35	18.65	14.82	16.20	11.64	39.28	16.06	57.34	427.54
TOA2	74.84	25.16	14.09	13.16	9.46	36.10	13.60	60.25	427.74
T3A1	80.81	19.19	15.07	12.18	12.51	35.20	17.40	60.24	425.35
T2A1	81.72	18.28	14.05	12.15	11.67	35.03	16.80	62.17	423.17
TOA1	75.78	24.22	13.65	11.14	12.81	34.63	13.80	64.40	425.01
T1A1	82.71	17.29	13.61	11.14	13.22	34.60	18.62	75.20	467.85
T3A2	78.12	21.88	21.91	10.12	10.84	34.01	13.90	57.13	466.19
T2A2	76.07	23.93	13.31	14.17	11.37	34.40	13.20	61.15	421.07
TOA2	75.65	24.35	12.41	15.18	9.57	38.18	13.40	62.84	423.77
T1A2	79.43	20.57	12.23	12.16	10.07	35.10	13.68	64.68	417.43
T1A1	80.39	19.61	12.45	12.20	10.67	35.40	13.50	65.54	423.01
TOA1	77.20	22.80	13.10	11.15	9.36	34.25	13.45	66.39	428.06
T3A1	84.62	15.38	15.47	12.14	11.42	35.01	13.40	59.97	427.67
T2A1	81.23	18.77	14.10	13.17	10.46	36.20	13.10	62.27	428.66
TOA2	77.95	22.05	13.96	12.13	9.44	36.60	13.36	64.47	432.04
T1A2	77.98	22.02	14.21	15.15	9.45	38.18	13.39	61.20	433.29
T3A2	80.80	19.20	13.33	12.15	11.42	38.10	13.45	63.10	420.97
T2A2	81.56	18.44	13.08	12.13	11.72	35.08	13.78	63.07	418.52



DR. PABLO ANTONIO BELTRÁN BARRIGA  
Jefe De Laboratorio De Pastos Y Forrajes  
EPIA-FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS  
UNA-PUNO

Puno C.U., 10 de mayo del 2024

Marcelino Ticona Cruz  
ANALISTA DE LABORATORIO  
F.G.A. UNA - PUNO



## ANEXO 10. Análisis de suelo del área del experimento



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



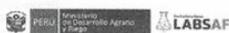
### INFORME DE ENSAYO N° 02005-23/SU/ LABSAF - ILLPA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Hernan Flores Miranda.  
 Propietario / Productor : Hernan Flores Miranda.  
 Dirección del cliente : Comunidad Vizallani.  
 Solicitado por : Hernan Flores Miranda.  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 01 muestra.  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico.  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Hatuncolla / Puno / Puno.  
 Fecha(s) de muestreo : 2023-01-11  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-02-07  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Illpa  
 Fecha(s) de análisis : 2023-02-08  
 Cotización del servicio : 005-23-ILL  
 Fecha de emisión : 2023-02-21

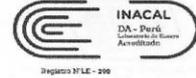
#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU015-ILL-23	--	--	--	--	--
Matriz Analizada	Suelo	--	--	--	--	--
Fecha de Muestreo	2023-01-11	--	--	--	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:00	--	--	--	--	--
Condición de la muestra	Conservada	--	--	--	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M-1	--	--	--	--	--
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	unid. pH	0,1	6,3	--	--	--
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	17,6	--	--	--
Materia Orgánica (**)	%	--	2,37	--	--	--
Nitrógeno (**)	%	--	0,088	--	--	--
Fósforo (**)	ppm	--	8,15	--	--	--
Potasio (**)	ppm	--	156,39	--	--	--
Carbonatos de calcio	%	--	0,00	--	--	--
<b>Textura (**)</b>						
Arena	%	--	27	--	--	--
Limo	%	--	50	--	--	--
Arcilla	%	--	23	--	--	--
Clase Textural	---	--	Franco Limoso	--	--	--
<b>Cationes Intercambiables(**)</b>						
Aluminio (Al) (**)	mep/100g	--	0,00	--	--	--
Calcio (Ca) (**)	mep/100g	--	12,60	--	--	--
Magnesio (Mg) (**)	mep/100g	--	5,10	--	--	--
Potasio (K) (**)	mep/100g	--	0,75	--	--	--
Sodio (Na) (**)	mep/100g	--	0,10	--	--	--
Suma de Cationes (**)	mep/100g	--	18,55	--	--	--
Capacidad de Intercambio (**)	mep/100g	--	20,00	--	--	--



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Dirección: Anexo Rinconada Salcedo S/N, Puno - Puno

Página 1 de 2  
F-46 / Ver.03  
www.inia.gob.pe



INFORME DE ENSAYO  
N° 02005-23/SU/ LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Hernan Flores Miranda.  
 Propietario / Productor : Hernan Flores Miranda.  
 Dirección del cliente : Comunidad Vizallani.  
 Solicitado por : Hernan Flores Miranda.  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 01 muestra.  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico.  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Hatuncolla / Puno / Puno.  
 Fecha(s) de muestreo : 2023-01-11  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-02-07  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Illpa  
 Fecha(s) de análisis : 2023-02-08  
 Cotización del servicio : 005-23-ILL  
 Fecha de emisión : 2023-02-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU015-ILL-23	--	--	--	--	--
Matriz Analizada	Suelo	--	--	--	--	--
Fecha de Muestreo	2023-01-11	--	--	--	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:00	--	--	--	--	--
Condición de la muestra	Conservada	--	--	--	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M-1	--	--	--	--	--
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>			
pH	unid. pH	0,1	6,3	--	--	--
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	17,6	--	--	--
Materia Orgánica (**)	%	--	2,37	--	--	--
Nitrógeno (**)	%	--	0,088	--	--	--
Fósforo (**)	ppm	--	8,15	--	--	--
Potasio (**)	ppm	--	156,39	--	--	--
Carbonatos de calcio	%	--	0,00	--	--	--
<b>Textura (**)</b>						
Árena	%	--	27	--	--	--
Limo	%	--	50	--	--	--
Arcilla	%	--	23	--	--	--
Clase Textural	---	--	Franco Limoso	--	--	--
<b>Cationes Intercambiables(**)</b>						
Aluminio (Al) (**)	mep/100g	--	0,00	--	--	--
Calcio (Ca) (**)	mep/100g	--	12,60	--	--	--
Magnesio (Mg) (**)	mep/100g	--	5,10	--	--	--
Potasio (K) (**)	mep/100g	--	0,75	--	--	--
Sodio (Na) (**)	mep/100g	--	0,10	--	--	--
Suma de Cationes (**)	mep/100g	--	18,55	--	--	--
Capacidad de Intercambio (**)	mep/100g	--	20,00	--	--	--





## ANEXO 11. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Hernan Flores Miranda,  
identificado con DNI 70311933 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 establecimiento, rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras a diferentes densidades en secano, en la estación experimental agraria Illpa Inia - 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 21 de Octubre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 12. Autorización para el depósito de tesis al repositorio institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

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

Por el presente documento, Yo Hernan Flores Miranda  
identificado con DNI 70333833 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 establecimiento, rendimiento y valor nutritivo de cuatro asociaciones forrajeras a diferentes densidades en secano, en la estación experimental agraria Illpa Inia - 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 21 de Octubre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella