

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN  
CULTIVO PURO Y ASOCIADO CON GRAMINEAS FORRAJERAS EN EL  
CIP - CAMACANI”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

***MARCIA JAKELINE DURAND AGUILAR***

**PARA OPTAR EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN**  
**CULTIVO PURO Y ASOCIADO CON GRAMINEAS FORRAJERAS EN EL**  
**CIP - CAMACANI”**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**MARCIA JAKELINE DURAND AGUILAR**

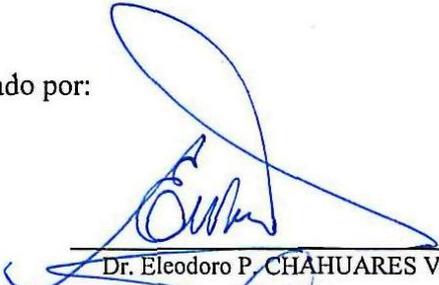
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobado por el jurado revisor conformado por:

PRESIDENTE

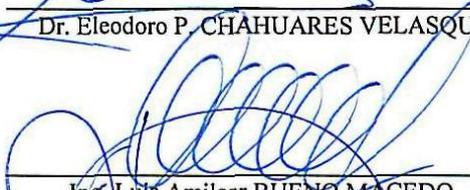
:



Dr. Eleodoro P. CHAHUARES VELASQUEZ

PRIMER MIEMBRO

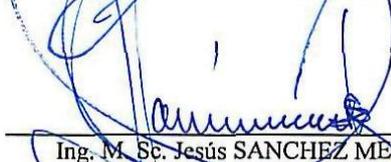
:



Ing. Luis Amilcar BUENO MACEDO

SEGUNDO MIEMBRO

:



Ing. M. Sc. Jesús SANCHEZ MENDOZA

DIRECTOR DE TESIS

:



Ing. M. Sc. Julio CHOQUE LÁZARO

ASESOR DE TESIS

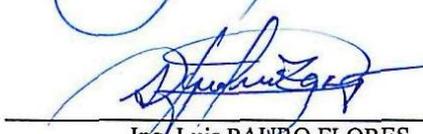
:



Ing. M. Sc. Francis MIRANDA CHOQUE

ASESOR DE TESIS

:



Ing. Luis PAURO FLORES

## DEDICATORIA

*Ante todo dedico el presente trabajo como parte del transcurrir de mi vida:*

*Con mucho respeto a DIOS quien a pesar de mis debilidades, me fortalece y me guía,  
en el recorrer de esta vida.*

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



## AGRADECIMIENTOS

*Mi agradecimiento Profundo:*

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

*Al Ing. M. Sc. Julio CHOQUE LÁZARO, por su magnífica dirección, apoyo desinteresado y responsabilidad en la realización del presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. M. Sc. Francis MIRANDA CHOQUE, por su asesoramiento al trabajo.*

*Al Centro de Investigación Camacani, y al personal que labora, por brindarme la ayuda y el apoyo para la realización del presente trabajo.*

*A todos mis amigos (a) por su fraternal y efectividad colaboración durante mis estudios en la Facultad de Ciencias Agrarias.*

MARCIA

## ÍNDICE

LISTA DE TABLAS .....	viii
LISTA DE GRÁFICOS .....	x
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. Las asociaciones forrajeras .....	3
2.2. Elección de una asociación forrajera .....	3
2.3. Cultivos forrajeros asociados.....	4
2.3.1. Importancia y ventajas de las asociaciones forrajeras .....	4
2.3.2. Desventajas de las asociaciones forrajeras. ....	5
2.4. Importancia de las gramíneas y leguminosas .....	5
2.5. Aportes nutricionales de gramíneas y leguminosas forrajeras. ....	6
2.6. Competencia .....	7
2.6.1. Factores de competencia.....	7
2.6.2. Capacidad de adaptación de las plantas.....	7
2.7. Características de las gramíneas y leguminosas forrajeras .....	7
2.7.1. Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) .....	7
2.7.1.1. Alfalfa variedad W 350.....	8
2.7.2. Dactylis o pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> ) .....	8
2.7.2.1. Dactylis variedad Potomac .....	9
2.7.3. Rye grass italiano ( <i>Lolium multiflorum</i> ).....	9
2.7.3.1. Rye grass variedad Tama .....	9
2.7.4. Trébol Rojo ( <i>Trifolium pratense</i> ) .....	9
2.7.4.1. Trébol rojo ( <i>Trifolium pratense</i> ) variedad Quiñequeli .....	10
2.7.5. Festuca ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb).....	10
2.8. Requerimientos edafoclimaticos.....	11
2.8.1. Radiación solar .....	11
2.8.2. Temperatura y precipitación pluvial .....	11
2.8.3. pH del suelo .....	12
2.8.4. Salinidad .....	12
2.8.5. Tipo de suelos .....	12
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1 MEDIO EXPERIMENTAL.....	13
3.1.1 Lugar experimental .....	13

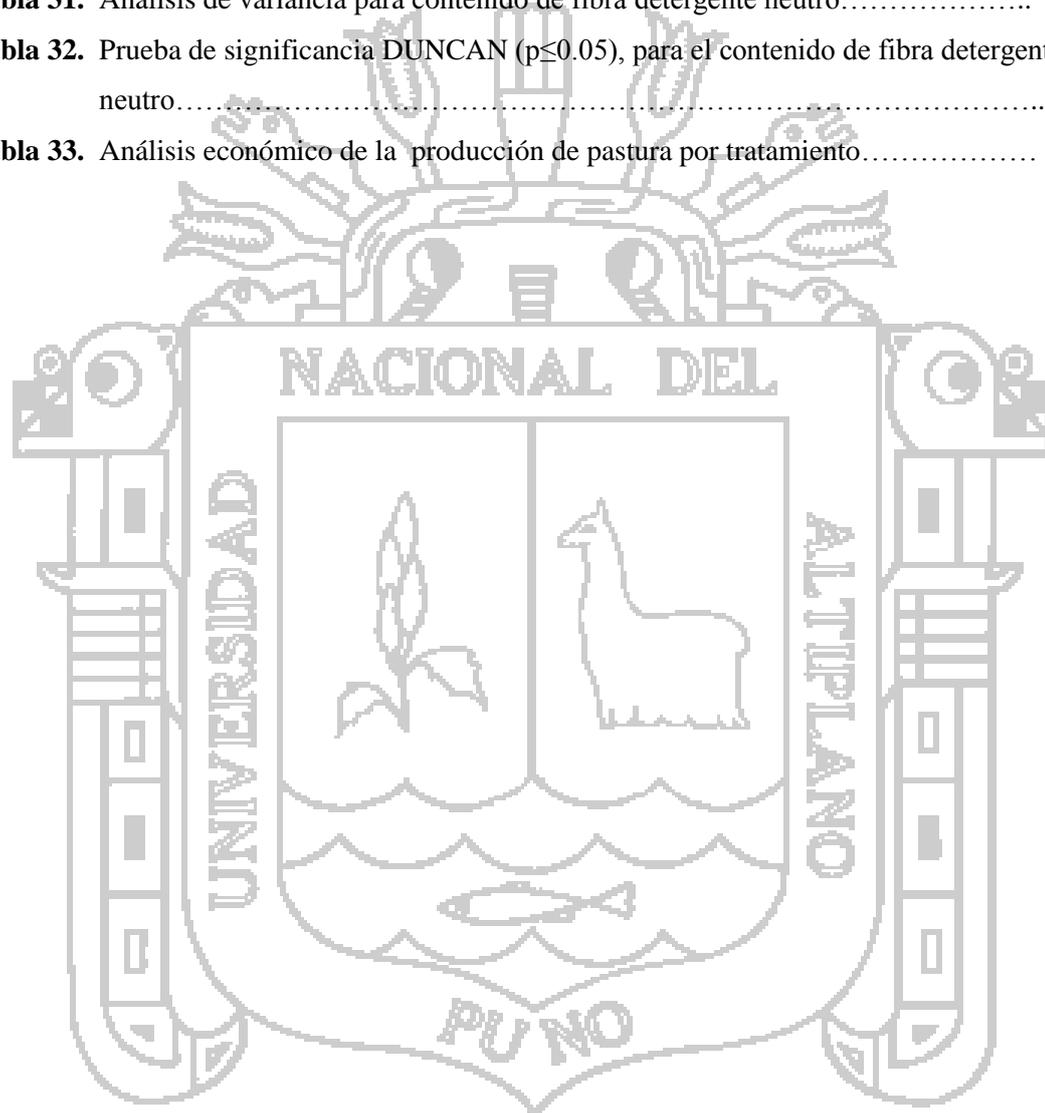
3.1.2	Ubicación política y geográfica .....	13
3.1.3	Historial del campo experimental .....	13
3.1.4	Ecología y climatología .....	13
3.1.5	Condiciones climatológicas .....	13
3.1.6	Análisis del suelo experimental .....	16
3.2	MATERIAL EXPERIMENTAL .....	17
3.2.1	Semilla .....	17
3.2.2	Fertilizantes .....	18
3.2.3	Materiales y equipo de campo .....	18
3.3	METODOLOGIA .....	18
3.3.1	Tratamientos en estudio .....	18
3.3.2	Variables de respuesta y observaciones .....	19
3.3.2.1	Variables de respuesta .....	19
3.3.2.2	Observaciones .....	20
3.3.3	Diseño experimental .....	20
3.3.4	Características del campo experimental .....	21
3.4	CONDUCCION DEL EXPERIMENTO .....	22
3.4.1	Preparación del terreno. ....	22
3.4.2	Marcado y surcado del terreno .....	22
3.4.3	Inoculación de la semilla de alfalfa y trébol rojo .....	22
3.4.4	Fertilización .....	23
3.4.5	Siembra .....	23
3.4.6	Control de malezas .....	23
3.4.7	Cosecha de forraje .....	24
3.5	ANALISIS DE LABORATORIO .....	24
3.5.1	Determinación de materia seca .....	24
3.5.2	Determinación de proteína cruda .....	25
3.5.3	Análisis de fibra detergente neutro (FDN) .....	25
3.6	MEDICIONES Y EVALUACIONES DE VARIABLES DE RESPUESTA .....	25
3.6.1	Densidad de plantas establecidas .....	25
3.6.2	Cobertura de alfalfa y de las cuatro asociaciones. ....	25
3.6.3	Altura de planta al momento del corte .....	26
3.6.4	Rendimiento de materia verde, materia seca, proteínas y FDN .....	26
3.6.5	Los costos de producción y rentabilidad .....	26
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>27</b>
4.1.	Densidad de plantas .....	27
4.2.	Cobertura vegetal .....	29

4.3. Altura de planta.....	30
4.4. Rendimiento de materia verde .....	33
4.4.1. Rendimiento de materia verde al primer corte.....	33
4.4.2. Rendimiento de materia verde al segundo corte.....	34
4.4.3. Rendimiento de materia verde al tercer corte .....	36
4.4.4. Rendimiento de materia verde total de los tres cortes .....	37
4.5. Rendimiento de materia seca .....	38
4.5.1. Rendimiento de materia seca al primer corte.....	38
4.4.3. Rendimiento de materia seca al tercer corte .....	41
4.4.4. Rendimiento de materia seca total de los tres cortes .....	43
4.6. Contenido de proteína cruda .....	46
4.7. Contenido de fibra detergente neutro (FDN).....	48
4.8. Costos de producción.....	51
4.8.1. Costos variables .....	51
4.8.2. Costos fijos .....	52
4.8.3. Costo total .....	52
4.9. Análisis económico.....	52
4.9.1. Ingreso total .....	52
4.9.2. Rentabilidad y beneficio económico.....	53
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Datos de temperaturas máxima, media y mínima y precipitación pluvial de la campaña agrícola 2013 2014.....	14
<b>Tabla 2.</b>	Análisis físico químico del suelo al inicio de la ejecución del experimento.....	17
<b>Tabla 3.</b>	Asociaciones forrajeras.....	19
<b>Tabla 4.</b>	Andeva del diseño bloque completamente al azar .....	21
<b>Tabla 5.</b>	Cantidad de semilla para siembra pura y asociada.....	23
<b>Tabla 6.</b>	Análisis de variancia para densidad de plantas establecidas .....	27
<b>Tabla 7.</b>	Densidad de plantas de las asociaciones forrajeras.....	28
<b>Tabla 8.</b>	Análisis de variancia para cobertura vegetal de pasturas.....	29
<b>Tabla 9.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para cobertura vegetal.....	30
<b>Tabla 10.</b>	Análisis de variancia para altura de corte de planta.....	31
<b>Tabla 11.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para altura de planta a tres cortes...	32
<b>Tabla 12.</b>	Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al primer corte.....	33
<b>Tabla 13.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al primer corte .....	34
<b>Tabla 14.</b>	Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al segundo corte.....	35
<b>Tabla 15.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al segundo corte .....	35
<b>Tabla 16.</b>	Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al tercer corte.....	36
<b>Tabla 17.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al tercer corte .....	37
<b>Tabla 18.</b>	Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde total tres cortes.....	37
<b>Tabla 19.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde total tres cortes .....	38
<b>Tabla 20.</b>	Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al primer corte.....	39
<b>Tabla 21.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al primer corte .....	39
<b>Tabla 22.</b>	Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al segundo corte.....	40
<b>Tabla 23.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al segundo corte .....	41
<b>Tabla 24.</b>	Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al tercer corte.....	42
<b>Tabla 25.</b>	Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al tercer corte .....	42

<b>Tabla 26.</b> Análisis de variancia para rendimiento de materia seca total a los tres cortes.....	44
<b>Tabla 27.</b> Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca total a los tres cortes .....	44
<b>Tabla 28.</b> Parámetros estadísticos de la alfalfa en cultivo puro y asociado.....	46
<b>Tabla 29.</b> Análisis de variancia para el contenido de proteína cruda.....	47
<b>Tabla 30.</b> Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el contenido de proteína cruda.....	47
<b>Tabla 31.</b> Análisis de variancia para contenido de fibra detergente neutro.....	49
<b>Tabla 32.</b> Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el contenido de fibra detergente neutro.....	49
<b>Tabla 33.</b> Análisis económico de la producción de pastura por tratamiento.....	53



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Temperatura máxima, media y mínima del año 2013 – 2014.....	15
<b>Gráfico 2.</b> Precipitación pluvial del año 2013 - 2014.....	15
<b>Gráfico 3.</b> Densidad de plantas de las asociaciones forrajeras.....	28
<b>Gráfico 4.</b> Cobertura vegetal de las asociaciones forrajeras.....	30
<b>Gráfico 5.</b> Altura de planta de los tres cortes.....	32
<b>Gráfico 6.</b> Rendimiento de materia seca del primer, segundo y tercer corte.....	43
<b>Gráfico 7.</b> Rendimiento de materia seca total de tres cortes.....	45
<b>Gráfico 8.</b> Contenido de proteína cruda de las asociaciones forrajeras.....	48
<b>Gráfico 9.</b> Contenido de fibra detergente neutro de las asociaciones forrajeras.....	50
<b>Gráfico 10</b> Costo total de las asociaciones por tratamiento.....	54



## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en la campaña agrícola 2013-14, con el objetivo de determinar el número de plantas establecidas y la cobertura vegetal de las asociaciones forrajeras; determinar el rendimiento de materia seca, contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro y estimar los costos de producción y la rentabilidad. Se condujo en un diseño bloque completamente al azar con cuatro repeticiones. De los resultados obtenidos se puede manifestar que la densidad de plantas establecidas varía desde 180 hasta 220 plantas/m<sup>2</sup>, que corresponden a los tratamientos alfalfa pura y alfalfa + dactylis + trébol rojo quiñequeli respectivamente. La mejor cobertura vegetal fue 94.33% en el tratamiento alfalfa + dactylis + trébol rojo; pero el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca, mostró la menor proporción con 80%. El rendimiento de materia seca en total de tres cortes, se encontró que el más alto fue en la asociación alfalfa + dactylis + trébol rojo con 8,474.10 kg/ha y la asociación alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca, mostró el rendimiento mas bajo con 6,230.10 kg/ha. El valor de proteína cruda más alto fue en el tratamiento alfalfa pura con 18.12%; el valor mas bajo fue en el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca con 13.83%. Con relación al contenido de fibra detergente neutro, el mayor valor fue en el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca con 38.51%; en cambio los tratamientos alfalfa pura y alfalfa + dactylis + trébol rojo, mostraron los valores mas bajos con 33.36 y 32.93% respectivamente. La mejor rentabilidad corresponde a la asociación forrajera alfalfa + dactylis + trébol rojo con 62.21% de rentabilidad, lo que equivale a un beneficio costo de 1.62.

PALABRAS CLAVE: Alfalfa, asociación forrajera, gramíneas, producción

## I. INTRODUCCION

En la región de Puno, las pasturas cultivadas tiene una gran importancia para los ganaderos, lo que ha motivado cultivar un mayor número de áreas de pastos cultivados, ya que constituye una alternativa forrajera para la crianza y explotación de la ganadería en el altiplano puneño, que proporciona un alimento de mejor calidad nutritiva y de mayor rendimiento frente a los pastizales nativos. Esta cualidad de los pastos cultivados ha permitido que los índices ganaderos de producción se incrementen logrando una mayor producción de leche, carne, lana y fibra contribuyendo de esta manera a obtener mejores ingresos económicos y generar una rentabilidad positiva para los productores.

Actualmente la mayoría de los productores, las asociaciones de productores, los proyectos de desarrollo, las municipalidades y otros organismos de desarrollo rural, fomentan el cultivo de los pastos cultivados en base al cultivo puro de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) con óptimos resultados; sin embargo, se indica que el cultivo forrajero puro no brinda una alimentación balanceada al ganado en pastoreo, generando algunas deficiencias nutritivas en el ganado, recurriéndose a la suplementación alimenticia generándose mayores gastos en el componente alimenticio del ganado.

En tal sentido, se recurre a buscar alternativas forrajeras para ofrecer al ganado un pastizal que brinde el mayor componente de los elementos nutritivos para su alimentación al pastoreo, por lo que se propone cultivar la asociación de los pastos perennes, cuya tendencia es la de combinar diferentes especies forrajeras en el campo de pastoreo, es decir, establecer la asociación entre familias forrajeras de leguminosas (fabaceae) y gramíneas (poaceae), con la finalidad de balancear los elementos nutritivos que presentan ambas plantas y que contribuyan a una preparar una dieta forrajera de pastoreo a base de carbohidratos y proteínas para la alimentación animal.

Por ello, el presente trabajo de investigación busca aportar con tecnologías viables para el mejoramiento del piso forrajero en la región de Puno a través de ensayos en las asociaciones forrajeras para mejorar la alimentación del ganado y brindar un forraje de mejor calidad nutritiva; por lo que, se ha propuesto los siguientes objetivos:

- Determinar el número de plantas establecidas y la cobertura vegetal de las cuatro asociaciones forrajeras al primer corte en condiciones de secano.

- Determinar los rendimientos de materia verde, materia seca, contenido de proteína y fibra detergente neutro de las cuatro asociaciones de alfalfa con gramíneas forrajeras.
- Estimar los costos de producción y rentabilidad del cultivo de alfalfa pura y de las cuatro asociaciones forrajeras en estudio.



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Las asociaciones forrajeras

Willemin (1981), citado por Candia (2011), señala que la asociación de dos o más especies forrajeras constituye una mezcla de plantas con exigencias y características diferentes, pero que pueden ser complementarias, teniendo además, una producción superior o equivalente a la del cultivo puro de cada uno de los constituyentes.

La elección de los constituyentes de una mezcla forrajera debe ser en función del suelo, del clima y del grado de agresividad y de la capacidad para vivir en mezcla o asociación que tengan las especies. La forma de utilización dependerá de la capacidad que tengan las especies de ser establecidas y de producir al mismo tiempo (Soto, 1996).

### 2.2 Elección de una asociación forrajera

Choque (2005), da a conocer que, la elección de dos o más especies de leguminosas y de gramíneas para integrarlas en un mezcla forrajera, requiere conocer sus características de adaptación a las condiciones del medio ambiente físico; así como su hábito de crecimiento y capacidad de competir entre las especies asociadas. En la mayoría de los casos, las pasturas cultivadas están constituidas por mezclas de especies que, pese a tener un conjunto de características comunes que las hacen compatibles, difieren en muchos aspectos que dificultan su siembra, fertilización, establecimiento, control de malezas, utilización y manejo. En la elección de una mezcla forrajera entran en juego muchos factores que se deben considerar, para decidir su siembra en mezcla asociada:

- Especies de leguminosas y gramíneas forrajeras adaptadas al medio ambiente.
- Especies y variedades de leguminosas y gramíneas que pueden sembrarse juntas, sin que compitan unas con otras.
- Asociabilidad, la convivencia de una mezcla de especies distintas sembradas en el mismo terreno, compatibles en su hábito de crecimiento y desarrollo vegetativo.
- Existen diferentes tipos de mezclas forrajeras, para los distintos objetivos que se persigan, las mezclas pueden ser simples, alternas o múltiples.
- La forma de utilización depende de las especies constituyentes de la asociación.
- La cantidad de semilla se cada especie a mezclarse para una asociación bien balanceada, depende del propósito del cultivo. La cantidad de forraje producido debe ser mayor o igual a de los cultivos puros, en este sentido la densidad de semilla, como también la fertilización, la forma de establecimiento y manejo, juegan un papel preponderante.

### 2.3. Cultivos forrajeros asociados

El objetivo de la siembra de leguminosa en mezcla con gramíneas forrajeras es elevar el rendimiento, mejorar la calidad del forraje y hacerlas más palatable y digestible para el animal. La siembra asociada de cultivos forrajeros se basa en la producción simultánea de dos o más especies distintas, cuando se cultivan en el mismo terreno y al mismo tiempo. Los principales cultivos forrajeros asociados son (Choque, 2005):

- a) Mezcla simple.- cuando en el mismo terreno se siembra dos cultivos juntos y al mismo tiempo. Por ejemplo, la siembra asociada de avena+cebada; avena+vicia; alfalfa+dactylo y otras mezclas.
- b) Mezclas alternas o intercalados.- siembra simultánea de dos cultivos forrajeros en el mismo terreno, durante el mismo año, pero en surcos independientes o distintos. Por ejemplo, siembra de maíz en un surco y soya forrajera en otro surco, así sucesivamente.
- c) Mezcla múltiple.- siembra simultánea de dos o más cultivos en el mismo terreno, al mismo tiempo, en surcos o al voleo para varios años. Por ejemplo, la siembra en densidades y proporciones bien balanceadas de trébol blanco + trébol rojo + rye grass ingles + rye grass italiano.

#### 2.3.1. Importancia y ventajas de las asociaciones forrajeras

Choque (2005), manifiesta que los cultivos forrajeros asociados, especialmente si esta mezcla la constituye una gramínea y una leguminosa ofrecen las siguientes ventajas:

- a) Las pasturas asociadas para el pastoreo, están constituidas por leguminosas y gramíneas en densidades y proporciones bien balanceadas.
- b) Es recomendable instalar una pastura asociada perenne con pocas especies.
- c) El rendimiento y calidad nutritiva por hectárea de la mezcla de cereales forrajeros con la arverjilla vicia, generalmente es superior, que el que produce cualquiera de las especies componentes de la mezcla cultivados en forma sola.
- d) Pastura asociada de leguminosa con gramínea, produce mayor rendimiento de forraje, que una pastura sola, debido a que en la mezcla existe una mejor cobertura y las interacciones entre las partes aéreas como subterráneas (raíces) mejoran las condiciones físicas del suelo.
- e) Cuando se siembra inoculado las semillas de la leguminosa para su siembra en mezcla con gramíneas, se reducen los gastos de fertilización en parte, debido a que la leguminosa fija nitrógeno atmosférico al suelo. Esta fijación de nitrógeno es de gran relevancia económica por la disminución de los requerimientos de este elemento y además proporcionan nitrógeno a las gramíneas; por lo tanto esta mezcla producen más que una gramínea sembrada sólo y sin fertilizar.

- f) Pastura asociada de alfalfa-dactylo y trébol blanco-rye grass, produce forraje balanceado más palatable y digestible para el ganado, puesto que las leguminosas aportan proteína necesaria y las gramíneas aportan energía.
- g) Las mezclas de gramíneas y leguminosas, residen mejor la competencia de las malezas, que los cultivos puros.
- h) La siembra de alfalfa o tréboles con cobertura de cebada o avena ofrece protección a las plántulas de estas leguminosas del daño de granizo, heladas y de otros factores climáticos adversos, aparte de que puede cosecharse forraje.
- i) Las pasturas de leguminosas que tienen gramíneas en proporciones adecuadas, reducen los riesgos de presentación del timpanismo en los animales que pastoreen los pastos. Por otra parte forraje asociado parece ser más apetecido por los animales, que un forraje puro de una sola especie.

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

Según Stewart (1996), las especies deben presentar ciclos de vida coincidentes, sino el excesivo crecimiento de una especie junto con el crecimiento retrasado de otra especie podría causar la muerte de esta última por efecto de competencia. Por otra parte, el mismo autor señala que existe competencia por luz, agua o nutrientes semanas después de la siembra y que la habilidad de competencia depende de la fertilización, ya que fertilizaciones bajas favorecen a especies de raíces poco profundizadoras. Soto (1996), señala que la mantención del equilibrio en una asociación es uno de los problemas fundamentales que regulan su productividad y persistencia.

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

Las gramíneas son la principal fuente de alimento (hierba) en campos de pastoreo. Se usan diferentes especies de gramíneas en las mezclas, dependiendo de las condiciones climáticas y de los requerimientos de producción. Las principales gramíneas usadas son los rye grasses también conocidas como ballicas, el dactylis, la festuca, el bromus y el phalaris.

En el caso de los rye grasses, existen nuevos tipos logrados mediante el mejoramiento genético e hibridación, reconociéndose 5 tipos principales los cuales describiremos en el orden de mayor persistencia. (DGPA, 2005).

Las Gramíneas aportan carbohidratos estructurales (almidones y azúcares) y no estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina). Son fuente principal de energía, cuando es

adecuado el nivel de fibra en la dieta. Por su longevidad, pueden ser especies anuales, bianuales y perennes.(Solid OPD, 2010).

Las mejores pasturas son aquellas en que las leguminosas están asociadas con las gramíneas, los nódulos de las raíces de las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico en el suelo y donde eventualmente se hace disponible a las gramíneas; asegurando un mayor y suculento crecimiento de éstas. En pasturas de clima templado el trébol blanco y el trébol rojo son las leguminosas más usadas en pasturas pastoreadas. (DGPA, 2005).

Las Leguminosas aportan la proteína en la dieta. Por su longevidad, pueden ser especies anuales, bianuales y perennes. Cuando la proporción de Leguminosas en la mezcla se mantiene en niveles menores del 30%, se habrá reducido notablemente los riesgos de timpanismo en los animales. Los suelos cultivados con pastos asociados se conservan mejor y son más productivos. (Solid OPD, 2010).

## **2.5. Aportes nutricionales de gramíneas y leguminosas forrajeras.**

El valor nutritivo de las plantas es el factor que determina la calidad del forraje y, como consecuencia, la eficiencia de su utilización en la digestión ruminal. La calidad del forraje puede ser valorada por la evaluación de la digestibilidad, del consumo y de la energía metabolizable. Estos factores son determinados por el estado fenológico, ploidía y nivel de endófito de las plantas. La energía metabolizable es la cantidad de energía disponible para un animal después de las pérdidas de energía en las heces, orina y metano. Se mide en Mega Joules/kg de materia seca de pastura (MJ/kg MS). Esta energía es usada por los animales para su mantenimiento, crecimiento y producción. La digestibilidad es el porcentaje de energía disponible para el animal, después de restar las pérdidas endógenas fecales. Para alimentar al ganado para condiciones de sierra y obtener rentabilidad en los productos, debemos buscar mejorar dos aspectos:

- Mayor productividad
- Menores costos de producción

Actualmente, se cultivan variedades de Gramíneas y Leguminosas forrajeras en monocultivos o en asociación que aventajan grandemente a los pastos naturales en producción y calidad. Es muy importante conocer el contenido de nutrientes de las principales especies forrajeras, su estado de madurez y la disponibilidad del forraje.(Solid OPD, 2010).

## **2.6. Competencia**

Según Odum (1972), citado por Candia (2011), define competencia, a toda acción recíproca entre dos o más poblaciones, que afecta adversamente su crecimiento y su sobrevivencia debido a una escasez de recursos utilizados por ambas especies. La competencia entre individuos se produce frente a una situación de déficit de un factor ambiental, que no se proporciona en la cantidad adecuada para abastecer los requerimientos de ambos individuos. (Candia 2011, cita a Hernández, 2005).

### **2.6.1. Factores de competencia.**

Los factores ambientales por los cuales las plantas compiten cuando estos son escasos o de difícil acceso para todos los componentes de la comunidad son: luz, agua y nutrientes, ya que las gramíneas difieren en su habilidad para hacer uso de ellos. (Candia 2011, cita a Odum, 1972 y Romero, 1986).

### **2.6.2. Capacidad de adaptación de las plantas.**

La capacidad adaptativa de las plantas, implica la facultad de soportar las condiciones del medio natural y familiarizarse con el mismo, con el fin de hacer uso de sus recursos y mantener una posición ecológica. Es en la capacidad de adaptarse de cada organismo vivo donde reside su ventaja competitiva. Todas aquellas características que le permitan a una planta usar de manera eficaz agua, luz, nutrientes y temperatura son las cuales conforman su potencial competitivo frente a un determinado ambiente. (Candia 2011, cita a Olivares, 1986).

## **2.7. Características de las gramíneas y leguminosas forrajeras**

### **2.7.1 Alfalfa (*Medicago sativa* L.)**

Es una planta perenne de 10 a 80 cm de altura. Tolera el calor y es bastante resistente a la sequía. Puede soportar bajas temperaturas. Necesita terrenos profundos y permeables, de reacción neutra o básica (pH óptimo de 7.5), tolera la salinidad pero no el encharcamiento. (Aceldo, 2010).

Considerada como la reina de los forrajes, es una especie perenne por lo general de corte sin embargo puede ser usada en pastoreo en monocultivo o asociado. La alfalfa posee raíces profundas lo que le permite tener una mayor tolerancia a sequías, así mismo requiere de riegos pesados. La alfalfa tiene poca tolerancia a suelos con pH menores a 6.5, requiriendo de enmiendas de cal y materia orgánica a fin de elevar el pH y mejorar la estructura del suelo. Así

mismo existen diversas variedades de alfalfa local e importada con diversas características productivas, adaptadas a diversas condiciones climáticas. (Príncipe,2008).

#### **2.7.1.1. Alfalfa variedad W 350**

La alfalfa W 350 tiene una dormancia de 3.8, lo que le hace resistente a las sequías y heladas; cuando las condiciones son desfavorables pueden permanecer en el terreno en descanso hasta por 3 meses, luego brotar cuando las condiciones son favorables, en la sierra este periodo se da entre junio y octubre. Se ha demostrado que esta alfalfa se desarrolla con excelentes resultados entre los 2,600 y 4,200 msnm, sola o en asociación con gramíneas, en terrenos con pH ideal de 5.5 a 6.8 Su cultivo sólo requiere agua de lluvia, con riego rinde mucho más. El periodo de permanencia en el terreno una vez instalada y con un manejo adecuado es de entre 15 a 20 años. Los rendimientos en secano son de 100 t/ha año de follaje verde y con riego 140 t/ha año de follaje verde. Es un forraje muy nutritivo, aporta el 24% de proteínas, vitaminas, fósforo, potasio, cobre, hierro y nitrógeno. Se adapta al pastoreo y a su vez permite elaborar heno, ensilado y harina. (Caritas del Perú, 2011).

#### **2.7.2 Dactylis o pasto ovilla (*Dactylis glomerata*)**

Es una gramínea perenne usada principalmente en suelos secos de buen drenaje (condiciones de secano) y baja fertilidad. Es moderadamente lenta en su establecimiento y tiene menor digestibilidad que las otras gramíneas. Muestra una persistencia excepcional y tiene una alta productividad de secano. Apropiado para alturas y usado para resiembra en suelos montañosos. Los cultivares más recientes han mejorado sus características de calidad (palatabilidad y digestibilidad). Los de tipo erecto son más empleados para producción de vacunos lecheros y los postrados, más tolerantes al pastoreo severo, son recomendados para producción de ovinos. Se incluye usualmente como un componente mínimo en pasturas perennes en áreas de veranos secos por su persistencia. Dentro de las mezclas, los rangos de uso deben ser mínimos porque pueden dominar la pastura reduciendo los niveles de trébol y de digestibilidad. Es una gramínea que no tiene endofito. Nuevos tipos menos agresivos, de pasto ovilla han sido desarrollados con hojas finas y menos agrupadas que las variedades tradicionales. (Príncipe, 2008).

Esta especie se adapta muy bien hasta los 4,200 m.s.n.m., siendo ideal para su siembra asociada con Leguminosas en suelos de poca fertilidad. Asociada con trébol rojo, puede rendir entre 12.14 t de MS/ha/año. Alcanza hasta 16% de proteína cruda y un 60% de digestibilidad, aproximadamente, antes de la floración. Son poco palatables cuando no están asociadas con Leguminosas. Lo peculiar es que resisten al frío extremo, a la escasez de agua, al pisoteo y

persisten en suelos pobres. En algunos lugares de la sierra, se han naturalizado. Entre las variedades más conocidas dentro del medio tenemos: “Amba”, “Potomac”, “Visión”, etc. (Solid OPD, 2010).

#### **2.7.2.1. Dactylis variedad Potomac**

Variedad seleccionada en Estados Unidos, es muy precoz, y baja tolerancia a la sequía, no se adapta muy bien al pastoreo, pero presenta una gran versatilidad en cuanto a la forma de aprovechamiento de su forraje. Es en la actualidad es una de las variedades de mayor uso comercial. (HORTUS, 2005).

#### **2.7.3 Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*)**

En lo que respecta a su adaptación, es ideal para valles interandinos de hasta 3,800 m.s.n.m. Prospera en suelos de mediana fertilidad y buena aireación. Su rendimiento se calcula entre 16-18 t de MS/ha/año y con 16 a 18% de proteína cruda. Entre sus cualidades, cabe destacar las hojas medianas muy palatables con alto contenido de carbohidratos (energía). Se recomienda asociarlo con trébol rojo, siendo posible su henificación o su uso en corte para la alimentación del ganado. Entre las variedades tetraploides se tiene: “Tama”, “Bestfor”, “Magnum”, “Westerwoldicum”, “Concord”, etc. (Solid OPD, 2010).

#### **2.7.3.1. Rye grass variedad Tama**

Variedad tetraploide, creada, estabilizada y seleccionada en Nueva Zelanda por la “Grasland División”, alto vigor de plántulas que permiten ser el rye grass de más rápido establecimiento de todos los existentes en el mercado mundial, si bien su mayor producción es en primavera posee también buena producción invernal. Alta producción y levado valor nutritivo con alta digestibilidad y palatabilidad. Se conservan muy bien como ensilaje y como heno, resistente al virus del enanismo amarillo de la cebada y moderadamente susceptible a la roya, muy susceptible al gorgojo barrenador del tallo (*Listronotus bonariensis*). (HORTUS, 2005).

#### **2.7.4 Trébol Rojo (*Trifolium pratense*)**

El trébol rojo es una especie anual, de alta producción, puede usarse para corte o pastoreo en praderas asociadas. Tiene un alto valor nutritivo y produce predominantemente en épocas de lluvia. Hay variedades que están adaptadas a la defoliación (pastoreo) frecuente las que se pueden incluir dentro de una mezcla permanente para generar una alta producción en lluvias pero deben pastorearse con bajas cargas para permitir su persistencia. Los cultivares antiguos contiene niveles altos de Formononetin (Fitoestrógeno) que causa problemas

reproductivos en ovinos por lo que se recomienda que no se use para alimentar al ganado durante la temporada de empadre. (Príncipe,2008).

Esta especie se caracteriza por su rápido y fácil establecimiento y por el gran vigor de sus plántulas. Presenta tallos vigorosos con rápida y buena recuperación al corte. Su hábito de crecimiento erecto la hace adaptable al corte y posee un alto contenido de glúcidos que la hacen la Leguminosa con mejores aptitudes para el ensilaje. Posee además, buena tolerancia a enfermedades foliares pero susceptible al nematodo de la raíz (*Ditylenchus dipsaci*). Es muy exigente en fósforo. Su persistencia de 2-3 años depende del tipo de manejo y de las condiciones ambientales en que se encuentre. Entre las variedades se conoce: “Rosada de Quiñequeli”, “Red Queli” etc. (Solid OPD, 2010).

#### **2.7.4.1. Trébol rojo (*Trifolium pratense*) variedad Quiñequeli**

Variedad creada por el Ministerio de agricultura de Chile, se caracteriza por ser de rápido y fácil establecimiento por el gran vigor de sus plántulas, tallos vigorosos, rápida y buena recuperación al corte. De aceptable crecimiento invernal concentra su mayor producción en primavera y verano. Su hábito de crecimiento erecto lo hace adaptable al corte y posee un alto contenido de glúcidos que la hace la leguminosa con mejores aptitudes para el ensilado. Buena tolerancia a enfermedades foliares, pero susceptible al nematodo de la raíz (*Ditylenchus dipsaci*). Muy exigente en fosforo, su persistencia de 2 a 3 años depende de la condiciones ambientales en que se encuentre. (HORTUS, 2005).

#### **2.7.5 Festuca (*Festuca arundinacea* Schreb).**

Es una especie de alta versatilidad, soporta condiciones extremas de temperatura ambiente, es tolerante a periodos prolongados de sequía y anegamiento. Su rusticidad le permite soportar en mejor condición los ataques de plagas y enfermedades y es capaz de sobrevivir bajo esquemas de pastoreos frecuentes, infrecuentes, intensos y laxos. (Candia, 2011).

Príncipe (2008), manifiesta que, es una gramínea perenne adaptada a un gran rango de ambientes. Sus principales características son: tolerancia a la sequía, tolerancia al calor, crecimiento de verano, tolerancia a insectos, a suelos orgánicos y suelos salinos; es compatible con tréboles con tolerancia a suelos excesivamente húmedos pero es sensible a la irrigación. Los nuevos cultivares producen hojas suaves con mayor palatabilidad y valor nutritivo produciendo una alta performance en producción de ovinos, ganado de carne y leche.

Comparado con el rye grass perenne la festuca alta produce menos tallos reproductivos después del pico de floración en la primavera. Esto contribuye a tener una alta relación hoja

verde tallo-material muerto durante el verano. Además tiene una mayor tolerancia a la sequía y una mejor eficiencia en el uso del agua que el rye grass. Comparado con el dactylis y el rye grass la festuca alta tiene una mejor tolerancia a los suelos húmedos y pesados y soporta cortos períodos de anegamiento. (Príncipe, 2008).

La persistencia de la festuca alta depende del éxito del establecimiento, de la fertilización, del adecuado pastoreo y del medio ambiente. Con buenas condiciones puede perdurar entre 6 a 10 años. Para tener éxito la festuca debe establecerse correctamente ya que esta es más lenta en establecerse que el rye grass perenne, es muy susceptible a la profundidad de siembra y es un pobre competidor con la mayoría de malezas. (Príncipe, 2008).

## **2.8. Requerimientos edafoclimaticos**

### **2.8.1. Radiación solar**

Infoagro (2004), reporta que, la radiación solar es un factor muy importante que influye favorablemente al cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región.

Choque (2005), sostiene que, la radiación solar afecta principalmente en el proceso fotosintético de la planta, también en el desarrollo estructural, desarrollo reproductivo, floración, producción de semillas y en el fotoperiodo de la planta.

### **2.8.2 Temperatura y precipitación pluvial**

Infoagro (2004), reporta que las semillas de pastos germinan a temperaturas de 2 a 3°C siempre que las demás condiciones lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28 – 30°C, temperaturas superiores a los 38°C resultan letales para las plántulas. Al comenzar el invierno detienen su crecimiento hasta la llegada de la primavera cuando comienzan a rebrotar. La temperatura media anual para la producción forrajera esta en torno a los 15°C, siendo su rango óptimo de temperaturas según las variedades de 18 a 28°C.

INIA (1996), con relación a la precipitación pluvial, señala que la alfalfa cultivada en la región Puno en condiciones de secano, requiere de 600 a 700 mm/año

### **2.8.3. pH del suelo**

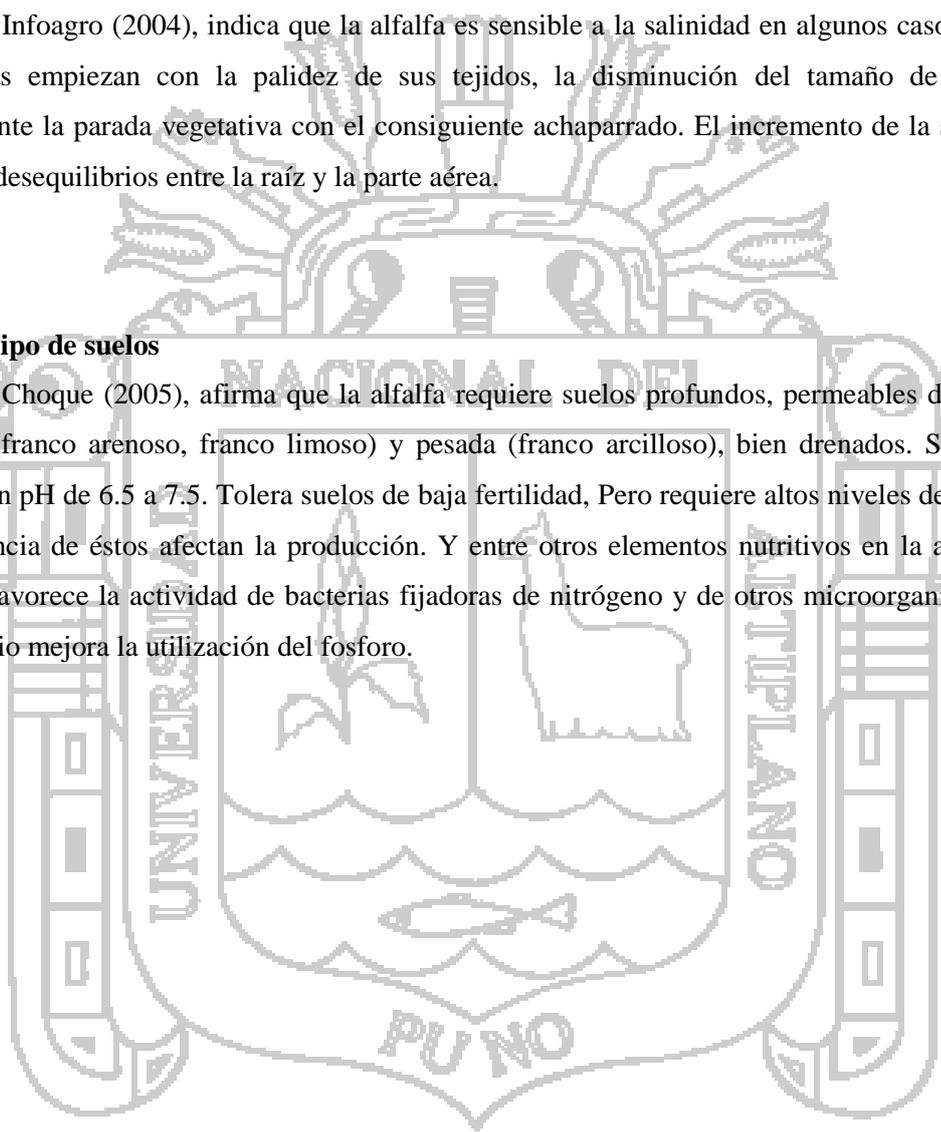
Henderson (1978), indica que los problemas de baja producción de alfalfa se relacionan con el pH del suelo, siendo el pH óptimo para la alfalfa 6.0 a 7.5, valores bajos a estas cifras traen consecuencias como la baja nodulación y por consiguiente la mala nutrición nitrogenada de la planta.

### **2.8.4. Salinidad**

Infoagro (2004), indica que la alfalfa es sensible a la salinidad en algunos casos, cuyos síntomas empiezan con la palidez de sus tejidos, la disminución del tamaño de hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

### **2.8.5. Tipo de suelos**

Choque (2005), afirma que la alfalfa requiere suelos profundos, permeables de textura media (franco arenoso, franco limoso) y pesada (franco arcilloso), bien drenados. Se cultiva desde un pH de 6.5 a 7.5. Tolera suelos de baja fertilidad, Pero requiere altos niveles de fosforo, la ausencia de éstos afectan la producción. Y entre otros elementos nutritivos en la alfalfa, el calcio favorece la actividad de bacterias fijadoras de nitrógeno y de otros microorganismos, el magnesio mejora la utilización del fosforo.



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MEDIO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1 Lugar experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani (CIP), de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en la campaña agrícola 2013-14, dicho centro experimental presenta las siguientes características:

##### 3.1.2 Ubicación política y geográfica

Políticamente se ubica:

Departamento : Puno

Provincia : Puno

Distrito : Plateria

Sector : Camacani

Geográficamente se ubica a  $69^{\circ} 51' 21''$  longitud oeste,  $15^{\circ} 56' 57''$  latitud sur a una altitud de 3850 msnm.

##### 3.1.3 Historial del campo experimental

Campaña agrícola 2011 – 2012	Cultivo de papa
Campaña agrícola 2012 – 2013	Cultivo de quinua
Campaña agrícola 2013 – 2014	Presente experimento

##### 3.1.4 Ecología y climatología

Según Tapia (1990), corresponde a la zona agroecológica suni ladera, caracterizada por presentar temperaturas ambientales que sufren fuertes oscilaciones, los descensos de temperatura muchas veces ocasionan las heladas que afectan severamente los cultivos agrícolas.

##### 3.1.5 Condiciones climatológicas

Las condiciones del clima para la campaña agrícola 2013 – 2014, correspondiente a los parámetros meteorológicos de precipitación y temperatura (máxima, mínima y media), fueron

proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI – PUNO. Esta información se presenta en la tabla 1.

**TABLA 1**  
**Datos de temperaturas máxima, media y mínima y precipitación pluvial de la**  
**campaña agrícola 2013 – 2014**

MES	TEMPERATURA (°C)			PRECIPITACION
	máxima	media	mínima	pp (mm)
ENERO	14.3	9.7	5.1	179.7
FEBRERO	14.5	10.0	5.5	179.1
MARZO	15.5	10.2	5.0	94.0
ABRIL	15.3	8.8	2.2	4.5
MAYO	14.7	8.5	2.3	20.9
JUNIO	13.7	6.9	0.1	15.0
JULIO	13.9	6.8	-0.3	29.4
AGOSTO	14.5	7.2	-0.1	16.9
SETIEMBRE	16.1	8.7	1.3	13.7
OCTUBRE	16.4	10.2	4.1	47.2
NOVIEMBRE	16.9	10.7	4.5	58.1
DICIEMBRE	15.4	10.4	5.4	161.8
ENERO	14.8	10.0	5.1	207
FEBRERO	15.0	10.1	5.2	87
MARZO	15.4	9.7	4.4	94.6

Fuente: SENAMHI-Puno, 2014.

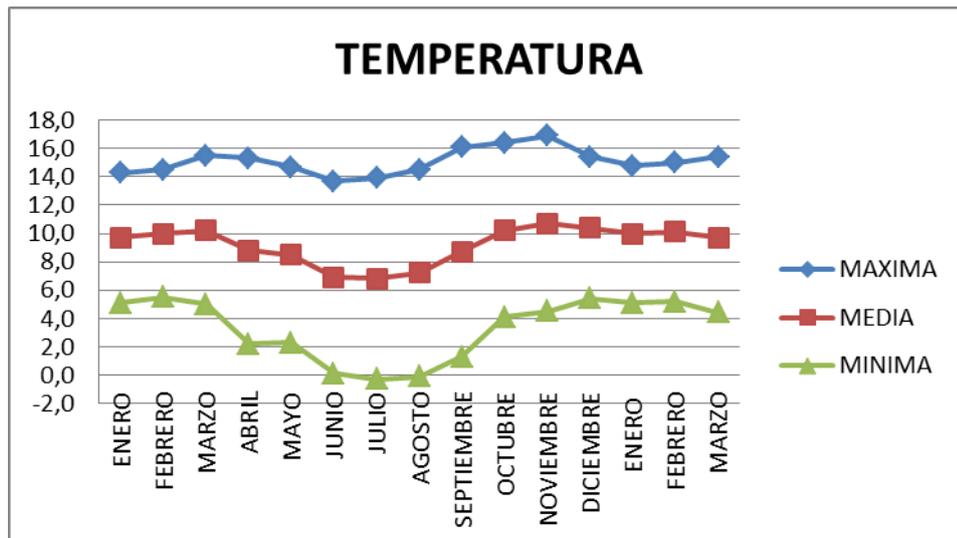


GRÁFICO 1. Temperatura promedio máxima, media y mínima del año 2013 - 2014

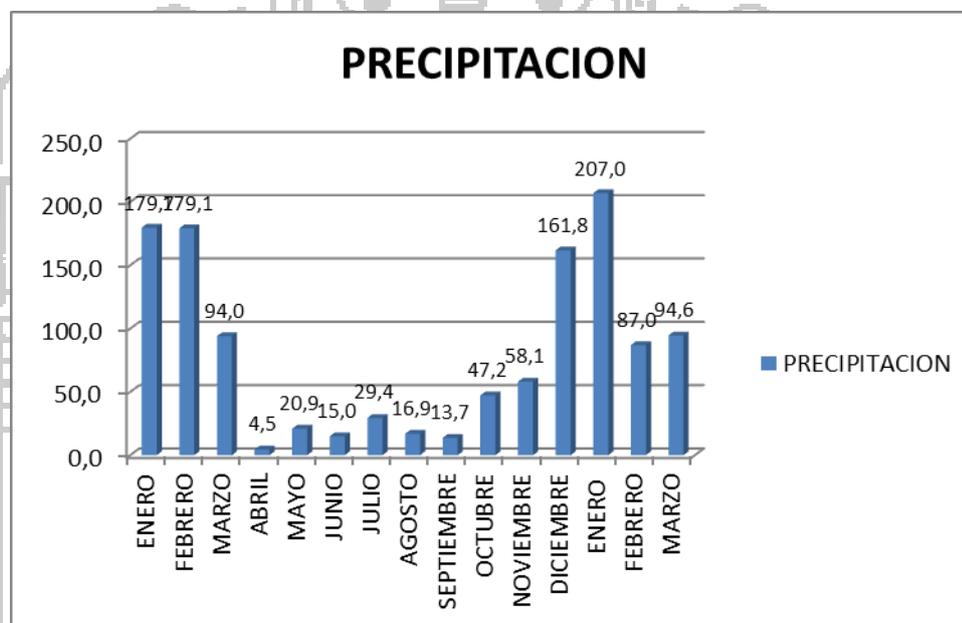


GRÁFICO 2. Precipitación pluvial del año 2013 - 2014

Según la tabla 1, podemos indicar que los registros meteorológicos para el presente experimento presentaron las siguientes características:

En relación a la temperatura, en el grafico 1 se puede visualizar que al inicio del experimento las temperaturas ambientales desde el mes de enero, febrero y marzo del año 2013 no presentan muchas fluctuaciones; sin embargo a partir del mes de abril del mismo año, ocurre cambios significativos, sobre todo la temperatura mínima decrece considerablemente, hasta los meses de julio – agosto, ingresando las plantas perennes a una etapa de dormancia, luego a partir del mes de setiembre, las temperaturas se incrementan ligeramente, esta característica

ambiental, es favorable para el rebrote de las especies forrajeras perennes. En síntesis, la máxima temperatura ocurrida fue en el mes de noviembre con 16.9 °C siendo la mínima temperatura en el mes de julio con -0.3 °C.

Con respecto a la precipitación pluvial, en el gráfico 2, se puede observar que en los meses de enero, febrero y marzo del año 2013, la precipitación pluvial fue favorable para la germinación y crecimiento de las especies forrajeras instaladas; pero a partir del mes de abril decrece sustancialmente hasta el mes de setiembre, esta situación meteorológica limitó el desarrollo de la biomasa forrajera de las plántulas, ingresando a un periodo de dormancia durante estos meses. Luego, desde el mes de octubre hacia los meses venideros se observan incrementos de precipitación, la cual ha favorecido el rebrote de las plántulas y crecimiento vegetativo de los pasturas.

Sin embargo, es necesario indicar que en el mes de febrero del año 2014 la precipitación pluvial fue escasa, registrándose solamente 87 mm, si se compara con relación al mes de febrero del año 2013, la precipitación registro 179.1 mm, es decir, en el mes de febrero del presente año, se presentó un déficit en una proporción de 51.43% de precipitación pluvial, lo cual afectó el normal desarrollo de las pasturas establecidas, limitando los rendimientos de la biomasa vegetal.

### **3.1.6 Análisis del suelo experimental**

Se ha obtenido muestras de suelo del campo experimental, con la finalidad de realizar el análisis físico-químico. Para tal propósito se procedió a efectuar el muestreo del suelo, siguiendo una secuencia en zig-zag de donde se obtuvo cinco muestras representativas de un kilo a una profundidad de 15 a 20 centímetros de la superficie del suelo, las cuales se mezclaron para obtener un kilo, luego se remitió al laboratorio de aguas y suelos del INIA, Anexo Salcedo para su respectivo análisis de fertilidad con el fin de conocer los requerimientos nutritivos.

En el análisis de suelo se determinó la fertilidad con las siguientes características: textura (%), nitrógeno (%), fósforo (ppm) y potasio (ppm), pH, conductividad eléctrica (mmhos/cm), materia orgánica (%), aluminio (meq/100 g) y carbonato de calcio (%). Estos resultados fueron proporcionados por el Laboratorio de Análisis de la Estación Experimental Illpa Puno, Anexo Salcedo del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA.

**TABLA 2**

**Análisis físico químico del suelo al inicio de la ejecución del experimento.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODOS</b>
<b>ANALISIS FISICO</b>		
ARENA %	41	Hidrómetro
ARCILLA %	15	Hidrómetro
LIMO %	44	Hidrómetro
TEXTURA %	Franco	
<b>ANALISIS QUIMICO</b>		
pH	5,83	Potenciometro
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (mmhos)	0,098	conductimetro
MATERIA ORGANICA %	1,94	Walkley y Black
NITROGENO TOTAL %	0,07	micro - kjeldahl
FOSFORO DISPONIBLE (ppm)	5,99	Olsen modificado
POTASIO DISPONIBLE (ppm)	280,1	extraccion con acetato de amonio
CALCAREO TOTAL %	0,00	gaso-volumetrico
ALUMINIO (meq /100 gr.)	T	Yuan

De acuerdo al análisis físico del suelo (Tabla 2), donde fue instalado el experimento de las asociaciones de pasturas, se puede indicar que corresponde a un suelo de textura franco. Con respecto al análisis químico, se puede indicar que tienen un contenido bajo de nitrógeno (0.07%); bajo contenido materia orgánica (1.94%), bajo contenido de fosforo disponible (5.99 ppm) y alto contenido de potasio (280.1 ppm); con un pH ligeramente ácido (5.83) y sin contenido de carbonato de calcio.

### **3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

#### **3.2.1 Semilla**

El material experimental que se empleó en el presente trabajo de investigación, consta de semilla de pastos forrajeros como:

- Alfalfa (*Medicago sativa*) variedad W 350
- Dactylis (*Dactylis glomerata*) variedad Potomac
- Trébol rojo (*Trifolium pratense*) variedad Quiñequeli
- Festuca (*Festuca arundinacea*) variedad Faw

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

Los cuales fueron adquiridos en las agro veterinarias de las ciudades de Puno y Juliaca.

### **3.2.2 Fertilizantes**

La dosis de aplicación de fertilizante fosforado para todos los tratamientos en estudio fue 00-80-00 de NPK/ha., de acuerdo al análisis físico químico del suelo y basándose en las recomendaciones de fertilización para el cultivo de alfalfa. Como fuente de abono fosforado, se utilizó superfosfato triple de calcio con 46% de  $P_2O_5$ , que fue adquirido de la casa agro veterinaria “Progreso” de la ciudad de Juliaca-Puno.

### **3.2.3 Materiales y equipo de campo**

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron los siguientes: libreta de campo, lápiz de carbón, lapiceros rojo, azul y negro, wincha metálica de 3 metros y wincha de lona 50 metros, bolsas de plástico, sacos de yute, cordel, estacas de madera, postes de madera para el cerco, malla de alambre galvanizado para cercado, piquillos, balanza, hoces, cuadrante metálico, tijera de podar, y otros.

## **3.3 METODOLOGIA**

### **3.3.1 Tratamientos en estudio**

En el presente trabajo de investigación, se instaló un cultivo de alfalfa pura y cuatro asociaciones forrajeras constituidos por especies de leguminosas y gramíneas en el mismo suelo y al mismo tiempo en densidades y proporciones diferentes. Estos tratamientos se aprecian en la tabla 3.

**TABLA 3**  
**Asociaciones forrajeras**

<b>Clave</b>	<b>Especies forrajeras</b>			
<b>T0</b>	Alfalfa pura (100%) 25 kg/ha			
<b>T1</b>	Alfalfa (80%) 20 kg/ha	Dactylis (20%) 5 kg/ha		
<b>T2</b>	Alfalfa (60%) 15 kg/ha	Dactylis (30%) 7.5 kg/ha	Trébol rojo quiñequeli (10%) 2.5 kg/ha	
<b>T3</b>	Alfalfa (40%) 10 kg/ha	Dactylis (32%) 8 kg/ha	Trébol rojo quiñequeli (8%) 2 kg/ha	Rye grass (20%) 5 kg/ha
<b>T4</b>	Alfalfa (40%) 10 kg/ha	Trébol rojo quiñequeli (8%) 2 kg/ha	Rye grass (20%) 5 kg/ha	Festuca (32%) 8 kg/ha

### 3.3.2. Variables de respuesta y observaciones

#### 3.3.2.1. Variables de respuesta

- Densidad de plantas establecidas (N° de plantas/m<sup>2</sup>)
- Cobertura vegetal (%).
- Altura de planta al momento del corte (cm/planta)
- Rendimientos de materia verde y materia seca (kg/ha)
- Contenido de proteína y FDN de la materia seca (%)
- Los costos de producción y rentabilidad del cultivo de alfalfa pura y las cuatro asociaciones forrajeras

### 3.3.2.2. Observaciones

- Emergencia de plántulas
- Análisis físico químico del suelo experimental
- Datos de temperatura y precipitación pluvial de la campaña
- Plagas enfermedades
- Malezas

### 3.3.3. Diseño experimental

Para la distribución de tratamientos en el campo experimental, se utilizó el diseño bloque completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, y hubo 20 unidades experimentales, cuyo esquema de análisis de varianza y modelo aditivo lineal se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$i=1,2,\dots,t(t=\text{tratamientos})$   
 $j=1,2,\dots,r(r=\text{bloques})$

Donde:

$Y_{ij}$ : Variable de respuesta observada o medida en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

$\mu$ : Media general de la variable de respuesta.

$\tau_i$ : Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$ : Efecto del j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$ : Error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

**TABLA 4**

**Andeva del diseño bloque completamente al azar (DBCA) con sus respectivas fórmulas.**

**(Ibañez, 2009):**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloques	r-1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$CM_{Bloque} = \frac{SC_{Bloque}}{r-1}$	$\frac{CM_{Bloque}}{CM_{Error}}$
Tratamiento	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{r-1}$	$\frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Error experimental	(t-1)(r-1)	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - \sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{r} + \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{(t-1)(r-1)}$	
Total	tr - 1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

$$TC = \frac{Y_{..}^2}{tr} - SC_{Error} - (SC_{Trat} + SC_{Bloque}); \quad CV. = \frac{\sqrt{CM_{Error}}}{\bar{Y}} \times 100(\%)$$

Posterior a la realización del ANDEVA, se realizó la correspondiente prueba de comparación múltiple de DUNCAN al  $P \leq 0.05$  de probabilidad por ser un experimento conducido en campo.

### 3.3.4. Características del campo experimental

#### a. Bloque

Largo	: 27 m
Ancho	: 7 m
Área	: 189 m <sup>2</sup>
Distancia entre bloques	: 1.0 m

#### b. Parcela

Largo	: 7 m
Ancho	: 5 m
Área	: 35 m <sup>2</sup>

N° de surcos por Parcela	: 20
Distanciamiento entre líneas	: 0.25 m
Distancia entre parcelas	: 0.5 m

c. Área experimental

Largo del campo experimental	: 27 m
Ancho del campo experimental	: 31 m
Área total del campo experimental	: 837.0 m <sup>2</sup>

### 3.4. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

#### 3.4.1. Preparación del terreno.

Esta labor se realizó en el mes de diciembre del año 2012 en el campo experimental del CIP Camacani, en donde se realizó en forma mecanizada y manual con los implementos adecuados a fin de que el terreno quede bien mullido y nivelado.

#### 3.4.2 Marcado y surcado del terreno.

Una vez preparado el suelo, nivelado y limpio de malezas, se marcaron los bloques y parcelas experimentales correspondientes según tratamientos en estudio con estacas y cordel.

#### 3.4.3. Inoculación de la semilla de alfalfa y trébol rojo

- Se inoculó para cada especie en particular con el correspondiente inoculante específico de la siguiente manera:
- Se pesó a doble dosis la cantidad de inoculante “Rhizolam” 166 gramos para inocular 05 Kg de semilla de alfalfa.
- La preparación de la solución de agua azucarada: a) agua limpia 6-7% del peso de la semilla= 250 ml de agua. b) azúcar rubia al 10% del volumen de agua=100 gramos. Preparación de la solución inóculo, mezclando bien la cantidad de inoculante con solución azucarada.
- Inoculación de 05 kg de semilla con la solución inóculo, mezclando rápidamente hasta que las semillas quedan cubiertas del inoculante.
- Se oreó las semillas inoculadas en sombra durante 20 minutos y luego sembrar en horas de la mañana o en la tarde, para proteger las bacterias de los rayos solares.

#### 3.4.4. Fertilización

La cantidad de superfosfato triple de calcio (173.91 kg/ha) para compensar el fósforo en el suelo, más la cantidad de cal viva (3 t/ha) para corregir el pH del suelo, el cual se aplicó en líneas a chorro continuo, según los tratamientos en estudio y luego se cubrió ligeramente con una capa de tierra.

#### 3.4.5. Siembra

La cantidad de semilla por hectárea de especies forrajeras en estudio, se ajustó al estándar de siembra recomendado para alfalfa en líneas de 25 kg/ha con un valor cultural de 81%. Inmediatamente después de la fertilización, la siembra de semilla de cada tratamiento, se efectuó manualmente en líneas de 25 cm de distancia, luego se tapó con una capa delgada de tierra. La densidad de siembra de semilla alfalfa y en mezcla asociada con trébol rojo y especies de gramíneas por hectárea, se muestra en la siguiente tabla. (Choque, 2005).

**TABLA 5**  
**Cantidad de semilla para siembra pura y asociada (kg/ha)**

Especies	Cultivo	T0	T1	T2	T3	T4
Alfalfa var. W 350	Puro	25	20	15	10	10
Dactylis var. Potomac	Asociado		5	7.5	8	--
Trébol rojo var. Quiñequeli	Asociado			2.5	2	2
Rye gras var. Tama	Asociado				5	5
Festuca var. Faw	Asociado					8

#### 3.4.6. Control de malezas

El control de malezas, se realizó de forma manual y con piquillo encontrándose e identificando a las siguientes especies dentro del cultivo forrajero como:

- Verbena (*Verbena peruviana*)
- Wirawira (*Gnaphalium capitatum*)
- Kora (*Tarasa capitata*)
- Oca silvestre (*Oxalis sp.*)
- Amor seco (*Bidens pilosa*)
- Nabo silvestre (*Brassica sp.*)
- Auja auja (*Erodium cicutarum*)
- Diente de león (*Taraxacum officinale*)
- Maycha (*Senecio sp.*)

- Bolsa de pastor (*Capsella bursapastoris*)

### 3.4.7. Cosecha de forraje

La cosecha o corte de forraje se realizó manualmente, cortando a una altura de 5 cm. con respecto al suelo, la cosecha de forraje se hizo con un corte por metro cuadrado de cada parcela efectuándose tres muestreos por parcela, pesándose en una balanza cada muestra de biomasa verde aérea para obtener el rendimiento de materia verde y posteriormente obtener las muestras correspondientes para llevar a la estufa y determinar el porcentaje de rendimiento de materia seca, luego determinar el análisis químico de contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro.

Las cosechas se realizaron en las siguientes fechas: El primer corte se realizó el 8 de diciembre del 2013; el segundo corte se efectuó el 23 de enero del 2014 y el tercer corte fue el 9 de marzo del 2014.

## 3.5. ANALISIS DE LABORATORIO

Los análisis se efectuaron en los laboratorios de suelos de la estación experimental de Salcedo del INIA y en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, donde se determinó los siguientes análisis:

### 3.5.1 Determinación de materia seca

Para determinar el contenido porcentual de materia seca de los forrajes, por cada tratamiento en estudio se llevaron muestras de materia verde al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, seguidamente se hizo el pesado respectivo y se sometió a la estufa a una temperatura de 60 °C por un tiempo de 48 horas, pasado ese tiempo se retiró las muestras e inmediatamente se determinó el contenido de materia seca de forraje expresado en unidades de porcentaje.

$$\% H^{\circ} = \frac{PMH - PMD}{PMH} \times 100$$

$$\% MS = 100 - \% H^{\circ}$$

Donde:

H° = Humedad

PMH = Peso de la muestra húmeda

PMD = peso de la muestra desecada

MS = Materia seca

### 3.5.2 Determinación de proteína cruda

El contenido porcentual de nitrógeno total de las muestras de forraje, se determinó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA – Puno utilizando el método de Micro Kjeldal para determinar la cantidad de nitrógeno y luego de proteína cruda.

### 3.5.3 Análisis de fibra detergente neutro (FDN)

Con la finalidad de conocer la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos, la fibra de los forrajes constituye el componente fundamental de las raciones en la mayor parte de los sistemas productivos de los rumiantes, ya que promueven la rumia y el equilibrio ruminal.

Para determinar las fracciones de fibra se utilizó el método de Van Soest, la determinación se basa en la solubilidad de los componentes de la pared de células vegetales.

$$\% \text{ FDN} = \frac{\text{Peso de la muestra} - (\text{peso de papel} + \text{residuo})}{\text{Peso Muestra}} \times 100$$

## 3.6. MEDICIONES Y EVALUACIONES DE VARIABLES DE RESPUESTA

### 3.6.1 Densidad de plantas establecidas

El número de plantas de alfalfa, de trébol rojo y de gramíneas establecidas de la siembra por semilla botánica, se determinó por el método de “conteo de plantas en parcela lineal”, para lo cual, en dos líneas centrales de cada parcela se contó las plantas de cada especie de leguminosa y gramíneas después de la emergencia. (Choque, 2005).

### 3.6.2 Cobertura de alfalfa y de las cuatro asociaciones.

La evaluación de la cobertura de alfalfa y de las cuatro asociaciones, se realizó mediante la inspección de especies establecidas dentro de cada parcela haciendo uso del cuadrante metálico de 1 m x 1 m.

### 3.6.3. Altura de planta al momento del corte

La altura de planta se evaluó antes de realizar el corte, para ello se usó una cinta métrica, con la cual se midió la altura alcanzada por cada especie de leguminosa y gramínea, desde la base de la planta hasta el ápice de la planta.

### 3.6.4. Rendimiento de materia verde, materia seca, proteínas y FDN

- La evaluación del rendimiento de materia verde se realizó mediante el corte a 5 cm del suelo para posteriormente pesarlo mediante el uso de una balanza tipo reloj, el rendimiento se expresó en kg/parcela.
- La determinación de porcentaje de materia seca, proteína y Fibra detergente neutro (FDN) se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA - Puno.

### 3.6.5. Los costos de producción y rentabilidad

La determinación de los costos de producción se realizó en base a las labores agrícolas que se realizaron durante la ejecución del presente trabajo de investigación, en donde se consideraron los costos fijos y los costos variables. Primeramente se estimó para los gastos a nivel de parcela experimental, luego se proyectó hacia una hectárea de cultivo, considerándose como la unidad de superficie agraria más utilizada y muy común por los productores en nuestro medio.

Para el análisis económico se determinó: costo total, ingreso total, utilidad neta, rentabilidad, y relación C/B. (Mujica, 2004).

- Costo total = Costos fijos + Costos variables
- Ingreso neto = Ingreso total – Costo total
- Ingreso total = Rendimiento x Precio
- Relación C/B =  $\frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}}$
- Rentabilidad =  $\frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Densidad de plantas

Los datos de la densidad de plantas establecidas en el presente trabajo de investigación fue sometido al análisis de variancia, según la tabla 6, se visualiza que para la fuente de variabilidad de bloques no registró diferencia estadísticas significativas; es decir, se atribuye a que el suelo del campo experimental en todos los bloques tuvieron las mismas características físicas y químicas, capacidad de campo, pendiente; por lo tanto, el suelo fue homogéneo. Asimismo la densidad de plantas establecidas por tratamiento estadísticamente fue homogénea. Por lo que, se considera que al inicio del presente experimento la población de plantas establecidas de pasturas fue de valores estadísticos similares en los cinco tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad para densidad de plantas establecidas fue 17.61%, el mismo que indica un nivel aceptable de confiabilidad.

**TABLA 6**  
**Análisis de variancia para densidad de plantas establecidas**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	7549.75000	2516.58333	1.98	N.S.
Tratamiento	4	4268.20000	1067.05000	0.84	N.S.
Error experimental	12	15247.00000	1270.58333		
Total	19	32803.20000			

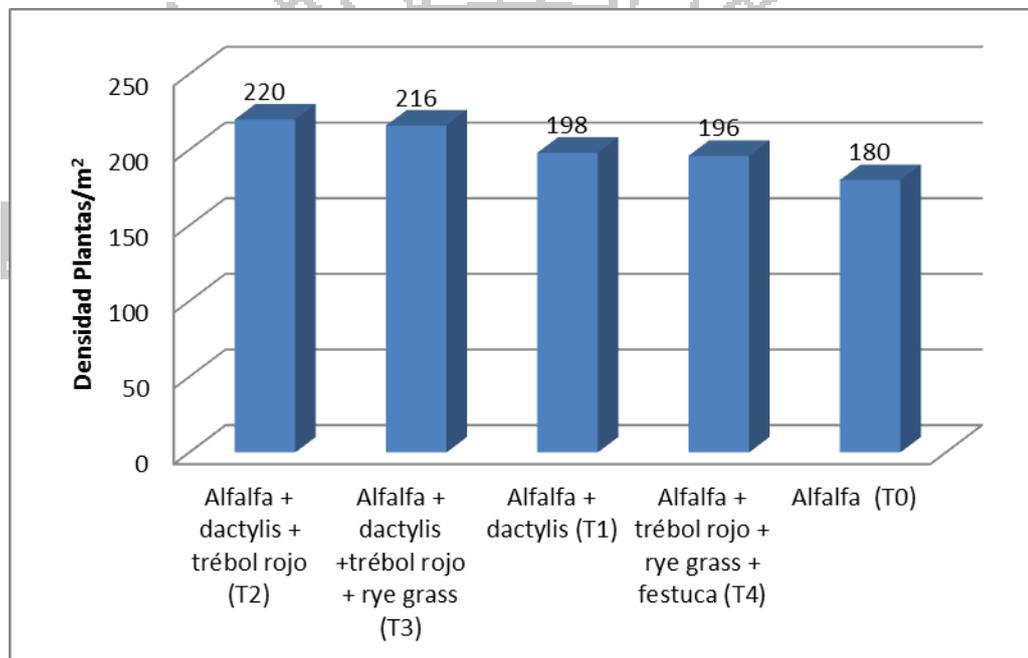
C.V.= 17.61%

La densidad de plantas establecidas en el campo experimental, se observa en la tabla 7, en la cual se nota que estadísticamente no existe diferencia significativa entre ellos, es decir, los tratamientos en estudio ingresaron con una población de plantas en una cantidad homogénea de distribución. Sin embargo, en el campo experimental se notó que la densidad de plantas establecidas fluctúa desde 180 plantas/m<sup>2</sup>, hasta 220 plantas/m<sup>2</sup>, que corresponden a los tratamientos: alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2) y alfalfa pura (T0) respectivamente, siendo el promedio de densidad de plantas de 202 plantas/m<sup>2</sup>.

**TABLA 7**

**Densidad de plantas de las asociaciones forrajeras**

Ord. de merito	Tratamientos	Densidad (Plantas/m <sup>2</sup> )
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	220
02	Alfalfa + dactylis +trébol rojo + rye grass (T3)	216
03	Alfalfa + dactylis (T1)	198
04	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	196
05	Alfalfa (T0)	180
	<b>Promedio</b>	<b>202</b>



**GRÁFICO 3. Densidad de plantas de las asociaciones forrajeras**

Comparando los resultados del presente trabajo de investigación, con lo obtenido por Sevilla, *et al* (2002), donde evalúan la producción y densidad de plantas de un cultivo puro de alfalfa irrigada con una densidad de siembra de 24 kg/ha, reportando al segundo año de establecimiento una densidad de 189.00 plantas/m<sup>2</sup> establecidas de alfalfa, lo cual es un valor casi similar a lo obtenido en el presente trabajo para el caso del cultivo de alfalfa pura.

De igual manera, Sosa, *et al* (2003), al ensayar el efecto del escarificado de suelo sobre el establecimiento de alfalfa en siembra directa encontraron una densidad de plantas de 112 a 208 plantas/m<sup>2</sup> en el cultivo de alfalfa.

## 4.2. Cobertura vegetal

De acuerdo al análisis de variancia de la tabla 8, para el análisis de la cobertura vegetal, se observa que para los bloques estadísticamente no se encontró diferencia significativa, lo cual indica la homogeneidad de las características físicas y químicas de los suelos del campo experimental. Pero, para los cinco tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir, entre los tratamientos en estudio existen parcelas con coberturas vegetales de mayor proporción vegetativa que otras parcelas. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 5.60%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 8**  
**Análisis de variancia para cobertura vegetal de pasturas**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	12.9117750	4.3039250	0.26	N.S.
Tratamiento	4	464.5444700	116.1361175	7.00	**
Error experimental	12	199.2182500	16.6015203		
Total	19	676.6744950			

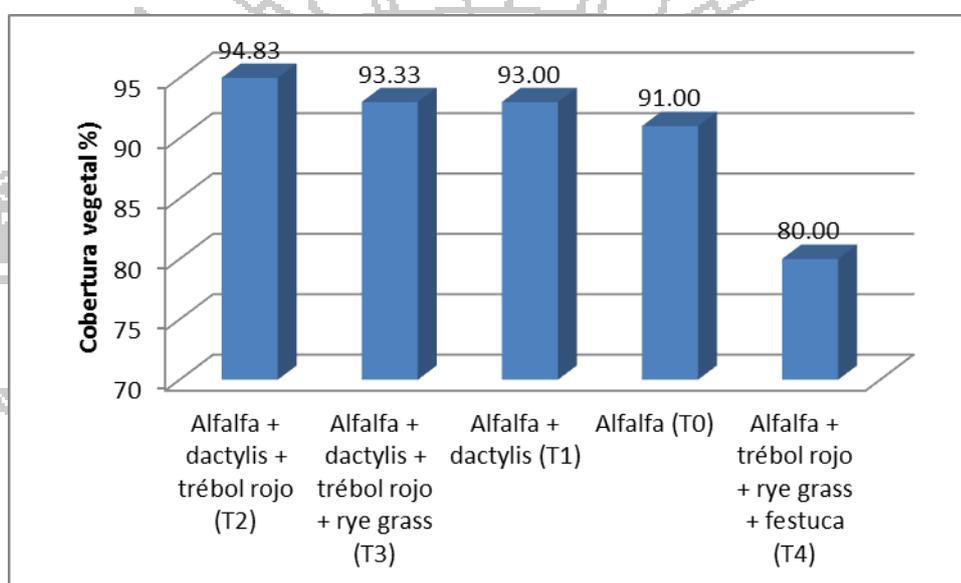
C.V.= 5.60%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ) de la tabla 9, para la cobertura vegetal de las asociaciones forrajeras nos indica que entre los tratamientos alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2); alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3); alfalfa + dactylis (T1) y alfalfa pura (T0) estadísticamente no existe diferencias significativas cuyas proporciones de cobertura son de 94.83; 93.33; 93.00 y 91.00% respectivamente, siendo el tratamiento (T2) superior entre los tratamientos en estudio. En cambio, el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), muestra la menor proporción de cobertura vegetal con 80%, esto se atribuye a que las plantas de dicho tratamiento mostraron un bajo vigor y un desarrollo vegetativo pobre.

**TABLA 9**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para cobertura vegetal**

Orden de merito	Tratamientos	Cobertura vegetal (%)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	94.83 a
02	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	93.33 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	93.00 a
04	Alfalfa (T0)	91.00 a
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	80.00 b



**GRÁFICO 4. Cobertura vegetal de las asociaciones forrajeras**

Al respecto Spada, *et al* (2001), ensayaron la producción de forrajes y la cobertura vegetal del cultivo de alfalfa, en la que reportan valores que oscilan desde 62 hasta 98.2% con un promedio de 83.52% de cobertura vegetal que corresponde al cultivar WL-547. Siendo casi similares a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

#### 4.3. Altura de planta

La altura de planta de las asociaciones forrajeras fue evaluada en tres cortes. De acuerdo al análisis de variancia (Tabla 10), se puede distinguir que para la fuente de variabilidad de bloques, no hay diferencia estadística significativa, indicándonos que los resultados por efecto de bloques muestran resultados homogéneos, es decir, las características físicas y químicas del suelo experimental en los bloques fueron homogéneas, lo cual demostró un comportamiento

similar para todos los bloques. En cambio, en la fuente de variabilidad de los cinco tratamientos, se encontró diferencia estadística altamente significativa para los dos primeros cortes pero al último corte se encontró diferencia estadística. Lo cual nos indica que los tratamientos en estudio difieren entre si, es decir, existe algún tratamiento con superioridad de altura de planta.

**TABLA 10**  
**Análisis de variancia para altura de planta por corte**

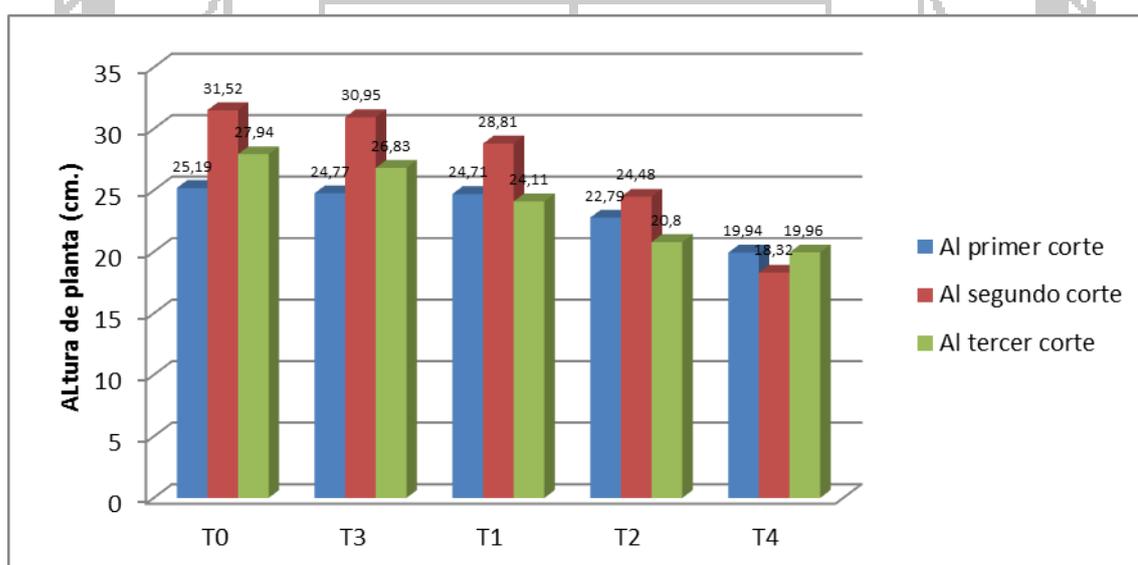
F.de V.	G.L	Primer corte				Segundo corte				Tercer corte			
		S.C.	C.M.	Fc	Sig	S.C.	C.M.	Fc	Sig	S.C.	C.M.	Fc	Sig
Bloque	3	37.104	12.36	1.77	NS	31.69	10.56	0.47	NS	10.391	3.4639	0.34	NS
Tratam	4	76.516	19.12	2.73	**	483.4	120.8	5.41	**	200.40	50.100	4.94	*
Error ex	12	83.984	6.998			267.9	22.33			121.75	10.145		
Total	19	197.60				783.0				332.54			
		<b>CV= 11.26%</b>				<b>CV= 17.62%</b>				<b>CV= 13.31%</b>			

La prueba de significancia de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta, se observa en la tabla 11, donde se puede visualizar que al primer corte el tratamiento alfalfa pura (T0), logró la mayor altura de planta con 25.19 cm/planta; que estadísticamente son similares con los tratamientos (T3); (T1) y (T2) con valores de 24.77; 24.71 y 22.79 cm/planta. La menor altura de planta fué en el tratamiento alfalfa + trébol rojo + dactylis + rye grass (T4). Al segundo corte la mejor altura de planta corresponde al tratamiento alfalfa pura (T0) con 31.52 cm/planta, siendo este estadísticamente similar con las alturas de plantas de los tratamientos (T3); (T1) y (T2) con valores de 30.95; 28.81 y 24.48 cm/planta respectivamente siendo el tratamiento alfalfa + trébol rojo + dactylis + rye grass (T4) con menor altura de planta con 18.32 cm/planta en promedio. Al evaluar al tercer corte la mayor altura de planta se registró en el tratamiento alfalfa pura (T0) con 27.94 cm/planta, siendo este estadísticamente similar con los tratamientos (T3) y (T1) con valores que oscilan de 26.83 y 24.11 cm/planta respectivamente. La menor altura de planta fué en el tratamiento alfalfa + trébol rojo + dactylis + rye grass (T4) con valores de 19.96 cm/planta.

**TABLA 11**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para altura de planta de los tres cortes**

Ord de merito	Tratamientos	Al primer corte	Al segundo corte	Al tercer corte
		Altura (cm/plan)	Altura (cm/plan)	Altura (cm/plan)
01	T0	25.19 a	31.52 a	27.94 a
02	T3	24.77 a	30.95 a	26.83 a
03	T1	24.71 a	28.81 a	24.11 a b
04	T2	22.79 a b	24.48 a b	20.80 b
05	T4	19.94 b	18.32 b	19.96 b



**GRÁFICO 5. Altura de planta de los tres cortes (cm/planta)**

Los resultados del presente trabajo de investigación son ligeramente inferiores a lo reportado por Aduviri (2007), que al aplicar biol y fertifol al cultivo de alfalfa logra una altura de planta que oscila de 31.90 a 33.60 cm/planta al primer corte; en cambio al segundo corte logró una altura de planta que varía de 29.65 a 31.90 cm/planta, en condiciones de la comunidad campesina de Moro en la provincia de Puno.

De igual manera, Yana (2013), al aplicar el abono foliar Manvert PK a una dosis de 3 a 6 litros por hectárea al cultivo de alfalfa reporta que al primer corte se logró una altura de planta de 27.42 hasta 31.49 cm/planta y al segundo corte se obtiene una altura de planta que fluctúa entre 25.63 y 30.00 cm/planta; siendo estos valores superiores al testigo que fue de 26.26 a 24.42 cm/planta en el primer y segundo corte respectivamente, en condiciones de Canchi grande-Caracoto, Puno.

De la misma forma, Ñaupa (2001), al efectuar un comparativo de nuevas especies de pastos cultivados en el altiplano, reporta que la especie *dactylis* puede alcanzar una altura de planta con valores que varían según la frecuencia de corte con 15.00; 24.00; 20.00 y 11.5 cm/planta para el primero, segundo, tercero y cuarto corte respectivamente. Asimismo señala que el trébol rojo puede alcanzar una altura de planta de 15.00; 12.00; 22.00 y 12.90 cm/planta para el primero, segundo, tercero y cuarto corte respectivamente, en condiciones de la Estación Experimental Illpa del INIA- Puno.

#### 4.4. Rendimiento de materia verde

##### 4.4.1. Rendimiento de materia verde al primer corte

De acuerdo al análisis de variancia (tabla 12) para el rendimiento de materia verde al primer corte, se observa que para los bloques estadísticamente no hay diferencia significativa, lo cual indica la homogeneidad del suelo del campo experimental. Pero para los tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística significativa, es decir entre los tratamientos existen rendimientos de biomasa verde que difieren entre si, encontrándose alguno de ellos con mayor rendimiento de materia verde y otros con menor rendimiento de materia verde. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 10.77%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 12**

**Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al primer corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	661479.190	220493.063	0.41	N.S.
Tratamiento	4	7761827.332	1940456.833	3.62	*
Error experimental	12	6439064.860	536588.740		
Total	19	14862371.380			

C.V.= 10.77%

La prueba de comparación de DUNCAN de la tabla 13, para el rendimiento de materia verde al primer corte nos indica que el más alto rendimiento fué en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 7,699.60 kg/ha; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimiento que varían de 7,104.40; 6,848.00 y 6,554.10 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostró el rendimiento mas bajo con 5,812.20 kg/ha/corte de materia verde.

**TABLA 13**  
**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al primer corte**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.V. (kg/ha/corte)	
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	7,699.60	a
02	Alfalfa (T0)	7,104.40	a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	6,848.00	a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	6,554.10	a b
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	5,812.20	b

Los resultados del presente trabajo de investigación son ligeramente inferiores a los reportado por Cadenillas (1999), indicando que la alfalfa tiene un rendimiento promedio de 12,000 kg/ha de materia verde por corte.

#### **4.4.2. Rendimiento de materia verde al segundo corte**

En el análisis de variancia (tabla 14) para el rendimiento de materia verde al segundo corte de la biomasa aérea verde, se observa que para la fuente de variabilidad de bloques estadísticamente no existe diferencia significativa, lo cual indica que los cultivos se desarrollaron en un suelo de características físicas y químicas similares. Pero para la fuente de variabilidad de los tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir entre los tratamientos existe un mayor rendimiento de materia verde así como de menor rendimiento de materia verde. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 10.46%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 14**

**Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al segundo corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	3658552.26	1219517.42	1.14	N.S.
Tratamiento	4	15376876.31	3844219.08	3.60	*
Error experimental	12	12810348.92	1067529.08		
Total	19	31845777.49			

C.V.= 10.46%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), tal como se observa en la tabla 15, para el rendimiento de materia verde al segundo corte indica que el más alto rendimiento de biomasa forrajera fue en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 11,068.30 kg/ha; Sin embargo se puede afirmar que entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimiento que varían de 10,615.70; 9,722.40 y 9,405.30 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostró el rendimiento mas bajo con 8,599.10 kg/ha/corte de materia verde.

**TABLA 15**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al segundo corte**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.V. (kg/ha/corte)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	11,068.30 a
02	Alfalfa (T0)	10,615.70 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	9,722.40 a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	9,405.30 a b
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	8,599.10 b

Los resultados del presente trabajo de investigación son casi similares al trabajo efectuado por Choque (1980), en un comparativo de especies forrajeras de clima frio en Illpa Puno, reportando el rendimiento de alfalfa con 13,056; 12,333 y 10,154 kg/ha/corte de materia verde para las variedades “Wairau”; “Ranger” y “Saranac” respectivamente; asimismo afirma que el rye grass alcanza una producción de 13,209 y 11,172 kg/ha/corte de materia verde para las variedades “Manawa” y “Ruanui” respectivamente.

#### 4.4.3. Rendimiento de materia verde al tercer corte

El análisis de variancia de la tabla 16 para el rendimiento de materia verde de pasturas introducidas al tercer corte, indica que entre bloques no existe diferencia estadística, atribuyéndose a que el campo experimental fue homogéneo para todos los tratamientos en estudio. En cambio el comportamiento de los tratamientos resultaron ser significativos estadísticamente, lo que indica la heterogeneidad de los mismos y que tienen diferentes valores de peso de biomasa verde. El coeficiente de variabilidad para el presente análisis de variancia registra 13.44%, valor que indica la confiabilidad de los resultados evaluados.

**TABLA 16**  
**Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde al tercer corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	1217670.36	405890.12	0.30	N.S.
Tratamiento	4	11317241.65	2829310.41	2.06	*
Error experimental	12	16470474.89	1372539.57		
Total	19	29005386.90			

C.V.= 13.44%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), de la tabla 17, para el rendimiento de materia verde forrajera al tercer corte nos indica que el más alto rendimiento fue en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 9,534.10 kg/ha; Sin embargo se debe indicar entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al rendimiento de materia verde al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimiento que fluctúan de 9,347.30; 8,842.10 y 8,223.00 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostró el rendimiento mas bajo con 7,540.90 kg/ha/corte, pero que también estadísticamente señala una similitud de rendimiento con los tratamientos (T0); (T1) y (T3) por encontrarse en el mismo nivel de significancia.

**TABLA 17**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde al tercer corte**

<b>Orden de merito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento M.V. (kg/ha/corte)</b>	
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	9,534.10	a
02	Alfalfa (T0)	9,437.30	a b
03	Alfalfa + dactylis (T1)	8,842.10	a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	8,223.00	a b
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	7,540.90	b

**4.4.4. Rendimiento de materia verde total de los tres cortes**

De acuerdo al análisis de variancia de la tabla 18, para el rendimiento de materia verde total de los tres cortes, se observa que para los bloques estadísticamente no hay diferencia significativa, lo cual indica que las características del campo experimental fueron igual para todos los bloques. Sin embargo, para los tratamientos en estudio, se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir entre los tratamientos existen rendimientos de biomasa verde que difieren entre si, siendo alguno de ellos con mayor y menor rendimiento de materia verde. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 9.56%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 18**

**Análisis de variancia para el rendimiento de materia verde total tres cortes**

<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Sig.</b>
Bloque	3	10977182.01	3659060.67	0.62	N.S.
Tratamiento	4	99486326.23	24871581.56	4.22	*
Error experimental	12	70696657.20	5891388.10		
Total	19	181160165.40			

**C.V.= 9.56%**

La prueba de comparación de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ) de la tabla 19, para el rendimiento de materia verde total de tres cortes, nos indica que el más alto rendimiento de biomasa verde fue en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 28,302.00 kg/ha/tres cortes; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T0) y (T1) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimientos que varían de

27,157.00 y 25,412.00 kg/ha/tres cortes respectivamente. Luego en orden de merito, es decir en el segundo nivel de rendimiento el cultivo de alfalfa pura (T0) fue el mejor con 27,157.00 kg/ha/tres cortes y que también corresponden a este nivel los tratamientos (T1) y (T3). Finalmente el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostro el rendimiento mas bajo con 21,953.00 kg/ha/tres cortes y que estadísticamente corresponden a este nivel los tratamientos (T1) y (T3).

**TABLA 19**  
**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia verde total tres cortes**

<b>Orden de merito</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento M.V. (kg/ha/tres cortes)</b>
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	28,302.00 a
02	Alfalfa (T0)	27,157.00 a b
03	Alfalfa + dactylis (T1)	25,412.00 a b c
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	24,182.00 b c
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	21,953.00 c

Al respecto, sobre el rendimiento de materia verde de pasturas. Yana, (2013), al aplicar sobre el cultivo de alfalfa abono foliar Manvert PK a una dosis de 6 litros por hectárea encontró rendimientos de 29,347.23 y 26,729.71 kg/ha de materia verde para las variedades W 350 y tipo Ranger respectivamente; pero, indica que el cultivo de alfalfa testigo, los rendimientos fueron de 21,317.25 y 20,974.72 kg/ha de materia verde respectivamente, en condiciones de Canchi grande-Caracoto, Puno. En comparación con los resultados del presente trabajo de investigación son casi similares.

#### **4.5. Rendimiento de materia seca**

Los rendimientos de materia seca se estimaron en base al porcentaje de materia seca contenido en el peso verde del forraje, tal como se muestran en las tablas del anexo.

##### **4.5.1. Rendimiento de materia seca al primer corte**

Según el análisis de variancia de la tabla 20 para el rendimiento de materia seca al primer corte de forraje, se observa que para los bloques estadísticamente no hay diferencia significativa, lo cual indica la homogeneidad del suelo del campo experimental. Pero para los tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir

entre los tratamientos existen rendimientos de biomasa verde que difieren entre sí, encontrándose alguno de ellos con mayor rendimiento de materia seca y otros con menor rendimiento de materia seca de forraje. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 8.12%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 20**

**Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al primer corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	51519.3525	17173.1175	0.70	N.S.
Tratamiento	4	631708.3235	157927.0809	6.43	*
Error experimental	12	294561.0722	24546.7560		
Total	19	977788.7482			

C.V.= 8.12%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), de la tabla 21, para el rendimiento de materia seca al primer corte de la planta nos indica que el más alto rendimiento fue en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 2,110.70 kg/ha/corte; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimientos que varían de 1,993.20; 1,991.60 y 1,963.10 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostro el rendimiento de forraje mas bajo con 1,588.80 kg/ha/corte.

**TABLA 21**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al primer corte**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.S. (kg/ha/corte)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	2,110.70 a
02	Alfalfa (T0)	1,993.20 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	1,991.60 a
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	1,963.10 a
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	1,588.80 b

Los resultados del presente trabajo de investigación en relación al rendimiento de materia seca al primer corte fluctúa entre 1588.80 y 2110.70 kg/ha/corte, éstos rendimientos son casi similares a lo reportado por Ñaupá, (2001), al ensayar el comportamiento de veinte

especies de pastos cultivados en condiciones de Ilpa Puno, afirma que la alfalfa variedad Ranger, al primer corte presentó un rendimiento de 2,380.40 kg/ha/corte; igualmente menciona que el dactylis variedad Potomac tiene un rendimiento de 1,416.20 kg/ha al primer corte. De igual modo señala que el trébol rojo variedad Quiñequeli tiene un rendimiento de 772.50 kg/ha de materia seca al primer corte.

Por otro lado, Spiller, (2007), en un estudio de la producción de materia seca de mezclas en base a alfalfa, con cebadilla y festuca, señala que los rendimientos de materia seca fluctuaron de entre 2,225.00 hasta 3,349.00 kg/ha/corte de materia seca. Estos resultados son ligeramente superiores a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

#### 4.4.2. Rendimiento de materia seca al segundo corte

En el análisis de variancia (tabla 22) para el rendimiento de materia seca al segundo corte de la biomasa aérea de la planta, se observa que para la fuente de variabilidad de bloques estadísticamente no existe diferencia significativa, lo cual indica que los cultivos se desarrollaron en un suelo de características físicas y químicas similares. Pero para la fuente de variabilidad de los tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir entre los tratamientos existe un mayor rendimiento de materia seca, así como de menor rendimiento de materia seca. El coeficiente de variabilidad para el presente análisis fue 16.80%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 22**

**Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al segundo corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	388921.185	129640.395	0.53	N.S.
Tratamiento	4	2389714.159	597428.540	2.43	*
Error experimental	12	2950384.717	245865.393		
Total	19	5729020.060			

C.V.= 16.80%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ), tal como se observa en la tabla 23, para el rendimiento forrajero de materia seca al segundo corte, indica que el más alto rendimiento de biomasa forrajera fue en el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 3,443.30 kg/ha; Sin embargo se puede afirmar que entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimiento que varían de 3215.20; 2,901.30 y 2,716.10 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento compuesto por alfalfa + trébol rojo + rye grass +

festuca (T4), mostro el rendimiento forrajero mas bajo con 2,447.00 kg/ha/corte de materia seca, pero que también son similares estadísticamente con los tratamientos (T0); (T1) y (T3) respectivamente.

**TABLA 23**  
**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al segundo corte**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.S. (kg/ha/corte)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	3,443.30 a
02	Alfalfa (T0)	3,215.20 a b
03	Alfalfa + dactylis (T1)	2,901.30 a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	2,716.10 a b
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	2,474.00 b

Los resultados del presente trabajo de investigación son ligeramente inferiores a lo reportado por Piñeiro (1986), que al mezclar la alfalfa con gramíneas forrajeras, al cabo de dos cortes encontró que la alfalfa sola presento un rendimiento de 5,716 kg/ha/corte de materia seca; asimismo la alfalfa mezclada con rye grass ingles tiene un rendimiento de 4,850 kg/ha/corte de materia seca. Igualmente la alfalfa mezclada con dactylis tiene un rendimiento de biomasa de 4,875 kg/ha/corte de materia seca.

De igual manera, Ortiz (1982), evaluó el comportamiento de la alfalfa (*Medicago sativa*) variedad Dupuits en asociación con gramíneas determinando que la alfalfa mas la festuca (*Festuca arundinacea*) variedad Manade el rendimiento fue 3.8166 ton/ha de materia seca/corte; así mismo indica que la alfalfa mas el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) variedad Roskild el rendimiento fue 3.6166 t/ha de materia seca./corte en condiciones del valle de Cochabamba en Bolivia.

#### **4.4.3. Rendimiento de materia seca al tercer corte**

El análisis de variancia de la tabla 24 para el rendimiento de materia seca de pasturas introducidas al tercer corte, indica que entre los bloques no existen diferencias estadísticas, atribuyéndose a que el campo experimental fue homogéneo para todos los tratamientos en estudio. En cambio el comportamiento de los tratamientos resultaron ser significativos estadísticamente, lo que indica la heterogeneidad de los mismos y que tienen diferentes valores

de peso de biomasa verde seco. El coeficiente de variabilidad para el presente análisis de variancia registra 16.69%, valor que indica la confiabilidad de los resultados evaluados.

**TABLA 24**

**Análisis de variancia para rendimiento de materia seca al tercer corte**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	47395.542	15798.514	0.09	N.S.
Tratamiento	4	1761370.829	440342.707	2.38	*
Error experimental	12	2222047.171	185170.598		
Total	19	4030813.542			

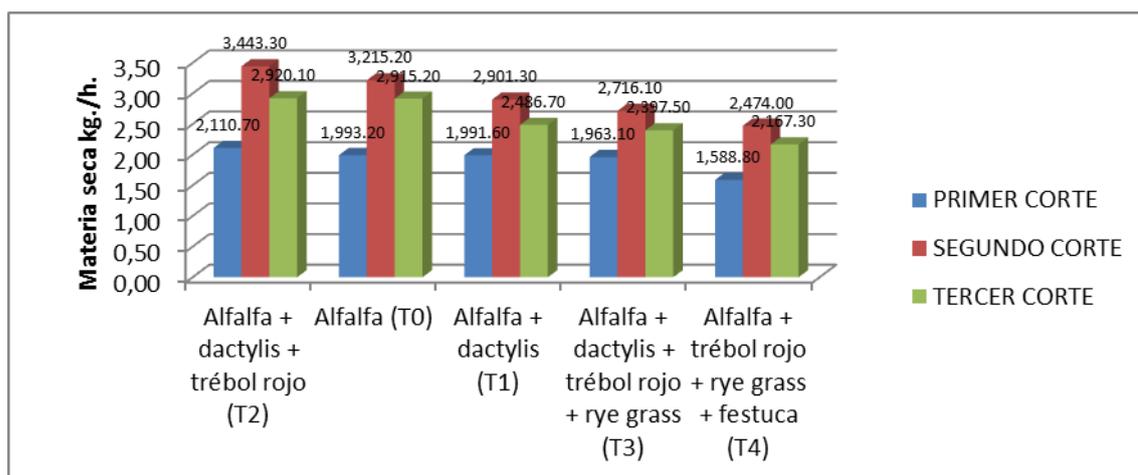
C.V.= 16.69%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), de la tabla 25, para el rendimiento de materia seca forrajera al tercer corte nos indica que el más alto rendimiento fue en el tratamiento conformado por: Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 2,920.10 kg/ha; Sin embargo se debe indicar entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al rendimiento de materia seca al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con rendimientos que fluctúan de entre 2,915.20; 2,486.70 y 2,397.50 kg/ha/corte respectivamente. En cambio el tratamiento conformado por: alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostro el rendimiento mas bajo con 2,167.30 kg/ha/corte, pero que también estadísticamente señala una similitud de rendimiento con los tratamientos (T0); (T1) y (T3) por encontrarse en el mismo nivel de significancia.

**TABLA 25**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca al tercer corte**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.S. (kg/ha/corte)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	2,920.10 a
02	Alfalfa (T0)	2,915.20 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	2,486.70 a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass(T3)	2,397.50 a b
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	2,167.30 b



**GRÁFICO 6.- Rendimiento de materia seca del primer, segundo y tercer corte.**

Los resultados encontrados en el presente trabajo son casi similares a lo obtenido por Aduviri, (2007), quien reporta que la alfalfas abonadas foliarmente con Biol rinde de 2,099.50 hasta 2,319.10 kg/ha de materia seca al tercer corte, siendo superiores a la alfalfa testigo con 2,068.90 kg/ha de materia seca al tercer corte, en condiciones de la comunidad de Moro en Puno.

Sin embargo, estos resultados logrados en relación al rendimiento forrajero son inferiores a lo reportado por Ñaupá, (2001), al evaluar el comportamiento productivo de materia seca de diferentes especies de pastos cultivados, encontró que al tercer corte el mejor rendimiento forrajero fue en la alfalfa (*Medicago sativa*) variedad Joya I con 5,601.8 kg/ha de materia seca; asimismo señala que la especie dactylis (*Dactylis glomerata*) variedad Potomac alcanzó un rendimiento de 6,031.3 kg/ha de materia seca; en relación al trébol rojo (*Trifolium pratense*) variedad Quiñequeli alcanzó un rendimiento de biomasa verde aérea de 4,610.3 kg/ha de materia seca conducido en condiciones medio ambientales de la Estación Experimental Illpa del INIA, Puno.

#### 4.4.4. Rendimiento de materia seca total de los tres cortes

De acuerdo al análisis de variancia de la tabla 26, para el rendimiento de biomasa aérea seca total de tres cortes, se observa que para la fuente de variabilidad de bloques, se encontró que estadísticamente no hay diferencia significativa, lo cual indica que los factores ambientales como el suelo y la topografía del campo experimental fueron iguales para todos los bloques. Sin embargo, para los tratamientos en estudio, se encontró una diferencia estadística significativa, es decir entre los tratamientos existen rendimientos de biomasa aérea seca que difieren entre si, siendo alguno de ellos con mayor y otros con menor rendimiento de materia

seca. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 12.06%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 26**

**Análisis de variancia para rendimiento de materia seca total de tres cortes**

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	884853.55	294951.18	0.36	N.S.
Tratamiento	4	12386927.25	3096731.81	3.83	*
Error experimental	12	9697344.98	808112.08		
Total	19	22969125.79			

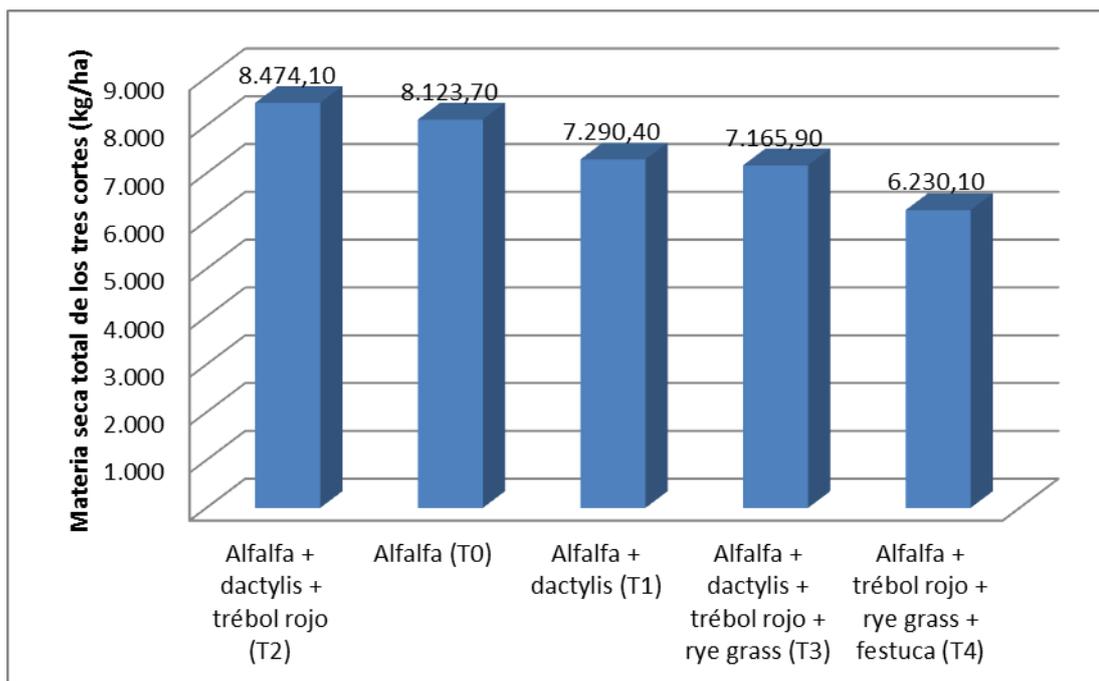
C.V.= 12.06%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ) de la tabla 27, para el rendimiento de biomasa aérea seca en total de tres cortes, nos indica que el más alto rendimiento de materia seca fue en el tratamiento compuesto por: Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 8,474.10 kg/ha/tres cortes; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, con rendimientos que varían de 8,123.70; 7,290.40 y 7,165.90 kg/ha/tres cortes respectivamente. Finalmente el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostro el rendimiento mas bajo con 6,230.10 kg/ha/tres cortes de materia seca.

**TABLA 27**

**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca total de tres cortes**

Orden de merito	Tratamientos	Rendimiento M.S. (kg/ha/tres cortes)
01	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	8,474.10 a
02	Alfalfa (T0)	8,123.70 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	7,290.40 a
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	7,165.90 a
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	6,230.10 b



**GRÁFICO 7. Rendimiento de materia seca total de tres cortes**

Al analizar los rendimientos totales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se asemejan a los resultados obtenidos por Castaño (2001), estableciendo mezclas forrajeras a base de rye grass perenne; festuca alta; trébol blanco y trébol rojo, asegura que con razonables niveles de fósforo en el suelo (10 -12 ppm) se obtienen producciones anuales de entre 8,000 y 10,000 kg/ha/año de materia seca. Adecuadamente manejada, esta pastura produce forraje de calidad para la alimentación del ganado; sin embargo estos resultados obtenidos son inferiores a lo reportado por Piñeiro (1986), al estudiar el comportamiento de la alfalfa con mezclas de gramíneas en pastoreo, reporta que al efectuar un total de tres cortes, la alfalfa sola rinde 13,294 kg/ha de materia seca; en tanto la alfalfa con el rye grass ingles rinde 16,918 kg/has de materia seca y la alfalfa en asociación con el dactylis rinde un total de 14,411 kg/ha de materia seca. Asimismo los resultados del rendimiento de materia seca total, son algo inferiores a lo reportado por Aduviri, (2007), quien encontró un rendimiento total de tres cortes de 11,900.20 kg/ha de materia seca al aplicar biol en una dosis de 1.5 litros por hectárea con una frecuencia de tres días, en condiciones de la Comunidad campesina de Moro en Puno. Asimismo indica que la alfalfa (testigo) alcanza un rendimiento de 10,277.3 kg/ha/ tres cortes de materia seca.

Con relación al poco establecimiento de la *Festuca arundinacea*, según Gillet, (1984), sostiene que luego de la siembra, esta especie se caracteriza por su establecimiento lento y muy frágil, haciéndola poco competitiva frente a la adversidad, pero, su persistencia es casi ilimitada. Esta característica, puede haber ocurrido en el presente experimento ya que se cuenta con un

año de establecimiento, además de ello, se agrega el déficit de lluvias ocurrida en el mes de febrero del presente año, donde se atribuye que afectó los rendimientos de la biomasa forrajera.

En la tabla 28, se presenta una síntesis de las variables evaluadas con los parámetros estadísticos respectivos, el coeficiente de determinación ( $r^2$ ), fluctúa de 0.43 a 0.70; en tanto la varianza ( $S^2$ ) varía desde 0.21 hasta 35.61; el coeficiente de variabilidad (C.V.) es desde 5.60 hasta 17.62%; y la desviación estándar a nivel de muestra oscila desde  $\pm 2.24$  hasta  $\pm 6.88$ .

**TABLA 28**

**Parámetros estadísticos de la alfalfa en cultivo puro y asociado**

Variables de evaluación	Prom	$r^2$	$S^2$	C.V.	DS
Cobertura vegetal	72.78	0.70	35.61	5.60	$\pm 5.97$
Altura de planta al primer corte	23.47	0.57	10.40	11.26	$\pm 3.22$
Altura de planta al segundo corte	26.81	0.66	41.22	17.62	$\pm 6.42$
Altura de planta al tercer corte	23.93	0.63	17.50	13.31	$\pm 4.18$
Materia verde al primer corte	6.80	0.57	0.78	10.77	$\pm 6.88$
Materia verde al segundo corte	9.88	0.59	1.68	10.46	$\pm 2.29$
Materia verde al tercer corte	8.72	0.43	1.53	13.44	$\pm 2.24$
Rendimiento de materia verde total	25.40	0.61	9.54	9.56	$\pm 3.09$
Materia seca al primer corte	1.93	0.69	0.50	8.12	$\pm 3.23$
Materia seca al segundo corte	2.95	0.49	0.30	16.80	$\pm 5.50$
Materia seca al tercer corte	2.56	0.44	0.21	16.69	$\pm 4.46$
Rendimiento de materia seca total	7.46	0.58	1.21	12.06	$\pm 4.10$

Donde:

Coeficiente de determinación ( $r^2$ )

Varianza ( $S^2$ )

Coeficiente de variabilidad (C.V.)

Promedio (Prom)

Desviación estándar (DS)

#### 4.6. Contenido de proteína cruda

En el análisis de variancia para el contenido de proteína cruda se visualiza en la tabla 29 con datos transformados al arco seno de la raíz cuadrada del porcentaje, donde se observa

que para la fuente de variabilidad bloque, estadísticamente no se encontró diferencia significativa, lo cual indica la homogeneidad de conducción de las pasturas y del campo experimental. Pero para los tratamientos en estudio se encontró una diferencia estadística significativa, es decir entre los tratamientos en estudio existen parcelas con valores altos de proteína cruda. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 3.12%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

**TABLA 29**  
**Análisis de variancia para el contenido de proteína cruda**

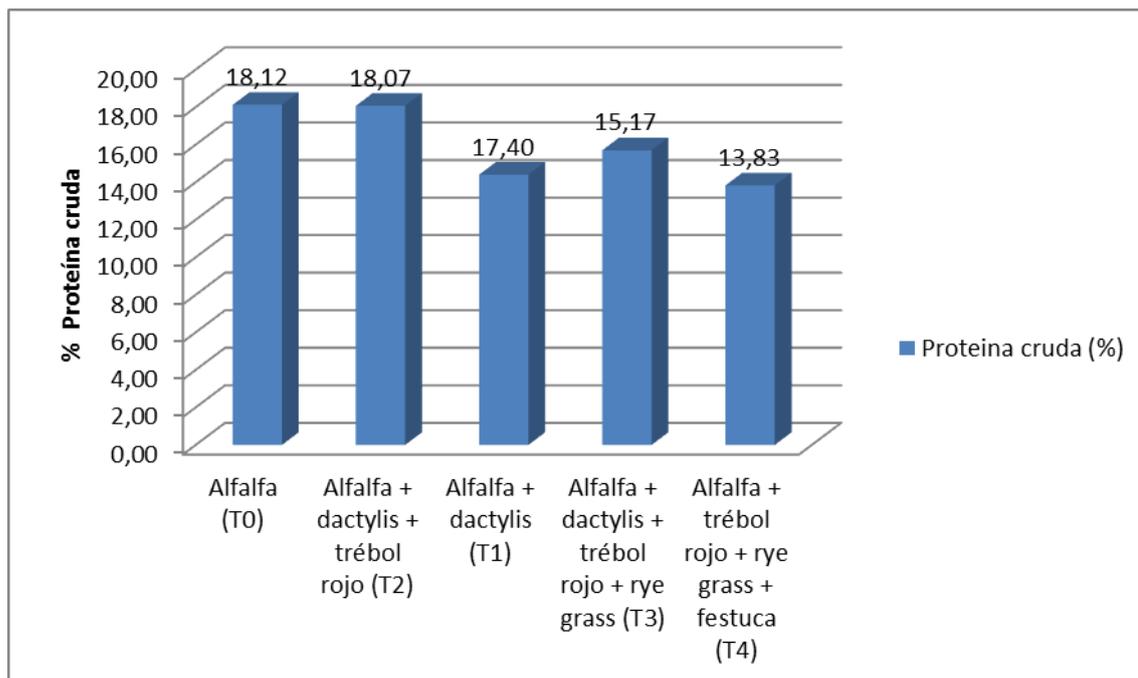
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	0.59334000	0.19778000	0.74	N.S.
Tratamiento	4	59.00420000	14.75105000	55.54	*
Error experimental	12	3.18736000	0.26561333		
Total	19	62.78490000			

C.V.= 3.12%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $P \leq 0.05$ ) de la tabla 30, para el contenido de proteína cruda nos indica que el valor más alto registrado fue en el tratamiento alfalfa (T0) con 18.12% de proteína cruda; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T2) y (T1) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con valores que varían de 18.07 y 17.40% de proteína cruda, respectivamente. Luego los valores más bajos de proteína fueron 15.17 y 13.83% de proteína cruda correspondiente a los tratamientos (T3) y (T4) respectivamente.

**TABLA 30**  
**Prueba de significancia DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), para el contenido de proteína cruda**

Orden de merito	Tratamientos	Proteína cruda (%)
01	Alfalfa (T0)	18.12 a
02	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	18.07 a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	17.40 a b
04	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	15.17 c
05	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	13.83 d



**GRÁFICO 8. Contenido de proteína cruda de las asociaciones forrajeras**

Para las condiciones de Puno, la alfalfa variedad Ranger tiene un contenido promedio de proteína de 17.0% (Choque, 2005 y Torres, 2004), éste valor reportado se asemeja al resultado encontrado en el presente trabajo. De igual manera, Aduviri (2007), indica que aplicando abono foliar “Biol” al cultivo de alfalfa cada 15 días incrementa los contenidos de proteína total hasta en un 3%, así, se obtuvo en alfalfa testigo 16.01% y en alfalfa tratada se logró 18.25% de proteína total, indicando además que el contenido de proteína total es menor en los tratamientos con una frecuencia de aplicación de cada días, en condiciones de Moro en Puno.

En síntesis, se puede indicar que en condiciones ambientales del altiplano puneño del sector ganadero, el cultivo de la alfalfa pura, es una fuente alternativa de forraje verde para el ganado pastoreo directo, aportando un alto valor de proteína vegetal conteniendo en su composición química los aminoácidos esenciales que requiere el animal, este aspecto nutritivo favorece el crecimiento de los animales tiernos, así como su desarrollo corporal, contribuyendo de esta manera a un buen rendimiento productivo del ganado en pastoreo.

#### **4.7. Contenido de fibra detergente neutro (FDN)**

En el análisis de variancia para el contenido de fibra detergente neutro (FDN) se procesó con datos de transformación angular, donde se muestra en la tabla 31, indicando que no existen diferencias estadísticas significativas para los bloques, es decir, la conducción de las

parcelas experimentales tuvieron una topografía plana donde los aspectos medio ambientales y las características físicas y químicas de los suelos fueron similares en el campo experimental; sin embargo existe una diferencia estadística significativa para los tratamientos de las pasturas, es decir que el contenido de fibra detergente neutro difiere entre los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad obtenido es de 1.79% la misma que es aceptable para las condiciones de campo en el que se ejecutó el experimento.

**TABLA 31**  
**Análisis de variancia para contenido de fibra detergente neutro (FDN)**

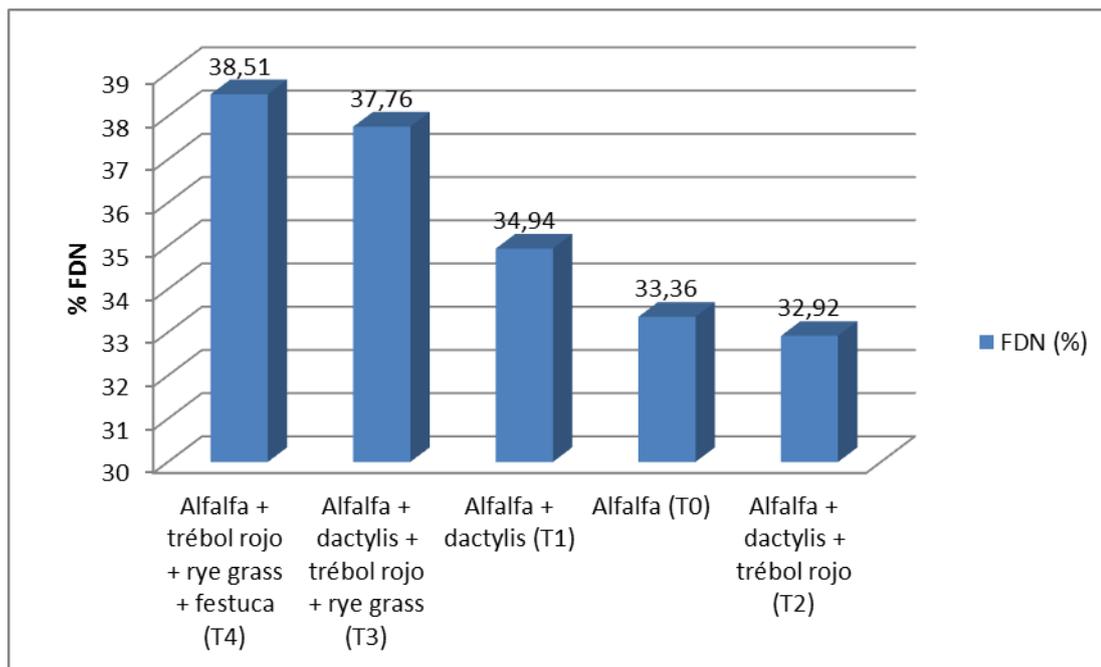
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Sig.
Bloque	3	1.78642000	0.59547333	1.38	N.S.
Tratamiento	4	36.75428000	9.18857000	21.35	*
Error experimental	12	5.16548000	0.43045667		
Total	19	43.70618000			

C.V.= 1.79%

La prueba de comparación de DUNCAN ( $p \leq 0.05$ ), tal como se observa en la tabla 32, para el contenido de fibra detergente neutro, indica que el mayor valor fue en el tratamiento Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4) con 38.51%; Sin embargo se puede afirmar que entre éste tratamiento y el tratamientos (T3) estadísticamente son similares al primer tratamiento, no existiendo diferencias significativas con 37.76 %. En cambio el tratamiento alfalfa (T0) y el tratamiento alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2), mostraron los valores más bajos de fibra detergente neutro con 33.36 y 32.93% de FDN respectivamente.

**TABLA 32**  
**Prueba de significancia Duncan ( $p \leq 0.05$ ), para el contenido de fibra detergente neutro**

Orden de merito	Tratamientos	FDN (%)	
01	Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4)	38.51	a
02	Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass (T3)	37.76	a
03	Alfalfa + dactylis (T1)	34.94	b
04	Alfalfa (T0)	33.36	b
05	Alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2)	32.92	c



**GRÁFICO 9. Contenido de fibra detergente neutro de las asociaciones forrajeras**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son casi similares a lo investigado por Vásquez, *et al* (2010), al evaluar el rendimiento y el valor nutritivo de forraje de alfalfa reportan que contiene 33.81% de fibra detergente neutro. De igual manera, Ruiz y Tapia (1987) reportan que el trébol rojo variedad kenland presentó un contenido de 14% de fibra. Pero, algunos reportes señalan valores altos como el de Romero, *et al* (1998), que evaluaron la calidad forrajera de la alfalfa determinando que el contenido de Fibra detergente neutro es 58.70%

Maiztegui, (2010), explica que la fibra detergente neutro en gramíneas forrajeras tienen mayor FDN en porcentaje de materia seca que las leguminosas forrajeras, además señala que una proporción adecuada de FDN en la alimentación de bovinos lecheros es capaz de estimular la rumia y mantener el pH en condiciones favorables.

En la formulación de dietas para vacas lecheras, según Keim, (2004), indica que es importante tener en consideración los niveles y el tipo de fibra que se suministra al animal. Las concentraciones de fibra en la dieta se basan en consideraciones de salud ruminal como es el de estimular la motilidad ruminal, prevenir descensos bruscos de pH en el rumen, aumentar el tiempo de retención de los alimentos y sobre todo evitar cuadros de acidosis sub aguda, laminitis y abomaso desplazado.

De igual manera, Palladino, *et al* (2006) aseveran que, cuando el aporte de fibra es bajo, existe riesgo de problemas como acidosis, laminitis o desplazamiento de abomaso. Las consecuencias productivas son un bajo porcentaje de grasa en leche. Esta afirmación es corroborada por Cruz y Sánchez (2000), al sostener que aproximadamente un 50% de la grasa láctea proviene de la fermentación de la hemicelulosa y celulosa, componentes básicos de la fibra, al respecto Theander (1986), afirma que la fibra detergente neutro es digerible por cualquier especie animal, pero, puede ser utilizada en mayor grado por animales como los rumiantes los cuales dependen de la digestión microbiana para aprovechar la mayoría de los componentes fibrosos de los vegetales.

En síntesis se puede indicar, según Hernández, (2010), que la fibra es importante no sólo como precursora de la grasa de la leche, sino que de ella depende en gran medida el normal funcionamiento del rumen. El consumo de fibra es de importancia especial bajo condiciones de factores asociados y por la complejidad en su determinación. El consumo de fibra responde principalmente a la capacidad física digestiva del animal, a la composición química de los forrajes y a la demanda de energía de los animales.

#### **4.8. Costos de producción**

Los costos de producción en el presente trabajo de investigación, en un inicio se calcularon en base a una parcela experimental, por cada tratamiento en estudio. Sin embargo, dada la unidad agraria de superficie de mayor frecuencia de uso por parte de sector agrario y de los productores en general, se proyectaron los cálculos para una hectárea de superficie en todas las asociaciones forrajeras; para ello, se estimaron en función a los costos variables y fijos, tomando en cuenta los costos del mercado local, para tal efecto se detalla en las tablas del anexo, para los tratamientos (T0), (T1), (T2), (T3) y (T4) respectivamente.

##### **4.8.1. Costos variables**

Para estimar los costos variables, se ha tomado en cuenta lo siguiente: La preparación del terreno, consistente en el costo de la aradura, rastrado, nivelado y surcado del terreno, cuyo monto asciende a S/. 375.00 nuevos soles, considerando igual para todos los tratamientos; Los insumos compuestos por la semillas y el fertilizante fosfatado oscilaron entre S/. 656.00 a S/. 746.00 nuevos soles, dependiendo de los tratamientos; Las labores de muestreo de suelos, abonamiento, siembra manual y tapado de semillas, así como las labores culturales y la cosecha de forraje verde, se estimo en base a jornales, cuyo costo asciende a S/. 1756.25 nuevos soles, que prácticamente representa el 49.38% del costo total, este rubro es considerado por igual para todos los tratamientos en estudio.

#### **4.8.2. Costos fijos**

Para estimar los costos fijos de las asociaciones forrajeras, se ha considerado los gastos sobre el uso de la tierra, el costo del análisis de suelos y los gastos administrativos, cuyo monto asciende a S/. 648.23 nuevos soles, representado el 18.23% del costo total del cultivo de las asociaciones forrajeras.

#### **4.8.3. Costo total**

El costo total corresponde a la sumatoria de los costos variables y los costos fijos. En los anexos 19 al 23 se puede visualizar los costos totales de producción en a cada tratamiento en estudio, sin embargo en forma resumida se observa en la tabla 33, donde el mayor costo de producción generó el tratamiento (T0), es decir el cultivo de alfalfa pura con S/. 3555.48 nuevos soles por hectárea; luego le sigue el tratamiento (T1), es decir alfalfa + dactylis con S/. 3522.48 nuevos soles por hectárea; a continuación el tratamiento (T2) compuesto por alfalfa + dactylis + trébol rojo con S/. 3516.98 nuevos soles por hectárea y finalmente los menores costos de producción fueron los tratamientos (T3) y (T4) cada uno con S/. 3483.98 nuevos soles por hectárea.

El costo de producción de las asociaciones forrajeras estimado en el presente estudio, es superior a los reportado por Yana (2013), que estimo los costos de producción para el cultivo de alfalfa con aplicación de abono foliar Manvert PK en condiciones de Caracoto-Puno, fue S/. 2423.00 nuevos soles, éste costo de producción determinado por el autor en mención puede elevarse pues en su estudio sólo consideró el primer corte de materia verde; en cambio en el presente trabajo de investigación se consideró tres cortes de materia verde.

### **4.9. Análisis económico**

#### **4.9.1. Ingreso total**

El ingreso total de la producción de alfalfa pura y asociado con trébol y gramíneas, se estimó en base a la producción de materia verde por hectárea de cultivo y la venta de forraje verde respectivamente. El costo de venta se relacionó con los costos vigentes del mercado y considerándose el precio en chacra; tal es así que los mayores ingresos netos fueron S/ 2143.43 y S/ 1875.93 nuevos soles para los tratamientos (T2) y (T0) respectivamente.; en cambio los menores ingresos netos fueron S/ 1559.93; S/ 1352.43 y S/. 916.63 nuevos soles para los tratamientos (T1); (T3) y (T4) respectivamente.

Los resultados del presente trabajo de investigación, son ligeramente inferiores a lo reportado por Aduviri (2007), que estimó en base a tres cortes de materia verde una utilidad neta que fluctúa desde S/. 2632.80 hasta S/ 3151.58 nuevos soles, en un cultivo de alfalfa abonado con diferentes dosis de biol, en condiciones de la comunidad de Moro-Puno. Por su parte Yana (2013), al aplicar abono foliar Manvert PK al cultivo de alfalfa W-305 y posterior cosecha de forraje verde, obtiene el mayor ingreso neto con S/. 2609.80 nuevos soles en condiciones de Caracoto-Puno.

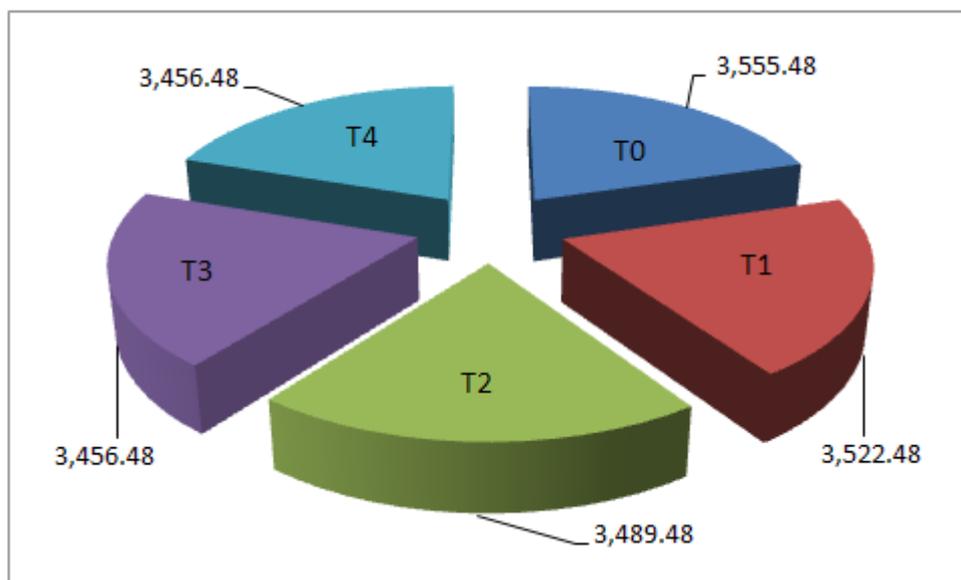
#### 4.9.2. Rentabilidad y beneficio económico

La mayor rentabilidad obtenida en el presente estudio corresponde al tratamiento (T2), es decir asociada entre alfalfa + dactylis + trébol rojo con 62.21% de rentabilidad, lo que equivale a un beneficio costo de 1.62; luego en orden de mayor rentabilidad le sigue el tratamiento (T0), es decir la alfalfa pura con 52.76%, lo que es equivalente a un beneficio costo de 1.53; posteriormente, le sigue el tratamiento (T1) compuesto por alfalfa + dactylis con 44.28% de rentabilidad, lo que es equivalente a un beneficio costo de 1.44; finalmente la mas baja rentabilidad fue en el tratamiento (T4), compuesto por alfalfa + trébol rojo + rye grass con 27.03%, equivalente a un beneficio costo de 1.27 (Ver tabla 33)

Los resultados del presente estudio en cuanto a los porcentajes de rentabilidad son ligeramente similares con lo reportado por Belizario (2006), quien en su trabajo de investigación de tesis realizado en la comunidad de San Cristóbal del distrito de Capachica-Puno, con la alfalfa variedad W-350, encontró una rentabilidad de 28.60% utilizando diferentes niveles de abono foliar (biol).

**TABLA 33**  
**Análisis económico de la producción de las asociaciones por tratamiento**

INDICE	TRATAMIENTOS (*)				
	T0	T1	T2	T3	T4
Costo total (S/.)	3555.48	3522.48	3489.48	3456.48	3456.48
Ingreso bruto (S/.)	5431.40	5082.40	5660.40	4836.40	4390.60
Ingreso neto (S/.)	1875.93	1559.93	2170.93	1379.93	934.13
Rentabilidad (%)	52.76	44.28	62.21	39.92	27.03
Beneficio / costo	1.53	1.44	1.62	1.40	1.27



**GRÁFICO 10. Costo total de producción de las asociaciones forrajeras (\*)**

(\*) Tratamientos:

T0= Alfalfa

T1= Alfalfa + dactylis

T2= Alfalfa + dactylis + trébol rojo

T3= Alfalfa + dactylis + trébol rojo + rye grass

T4= Alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca.

Con respecto al índice de relación beneficio costo, los resultados del presente trabajo de investigación son inferiores a lo reportado por Yana (2013), que en su estudio sobre efecto del abonamiento foliar en alfalfa, encontró una relación beneficio costo de 1.62 hasta 2.14 para la variedad W-350. De similar manera Aduviri (2007), al efectuar tres cortes de biomasa forrajera en el cultivo de alfalfa, encontró una relación beneficio costo de 1.96, en cultivo de alfalfa abonada con biol.

La Dirección Regional de Agricultura de Huánuco, (2013), reporta que el costo total de la producción de una hectárea de alfalfa se estima en S/. 3,621.13 nuevos soles y el análisis económico con un costo promedio de venta unitario en chacra de S/. 0.20 céntimos de nuevo sol el kilogramo de forraje verde, la rentabilidad económica es de 60%. Este valor es cercano a lo obtenido en el presente trabajo de investigación.

## V. CONCLUSIONES

1. La densidad de plantas establecidas varía desde 180 hasta 220 plantas/m<sup>2</sup>, que corresponden a los tratamientos: alfalfa pura (T0) y alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2) respectivamente, siendo el promedio de 202 plantas/m<sup>2</sup>. En relación a la cobertura vegetal, los tratamientos: alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2); alfalfa + dactylis + trébol rojo+ rye grass (T3); alfalfa + dactylis (T1) y alfalfa (T0) no presentan diferencias estadísticas con 94.83; 93.33; 93.00 y 91.00% respectivamente; pero la alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostró la menor proporción con 80%.
2. El rendimiento más alto de materia seca en total de tres cortes, fue el tratamiento Alfalfa+ dactylis + trébol rojo (T2) con 8,474.10 kg/ha/tres cortes; Sin embargo entre éste tratamiento y los tratamientos (T0); (T1) y (T3) estadísticamente son similares con 8,123.7; 7,290.4 y 7,165.90 kg/ha/tres cortes respectivamente. Finalmente el tratamiento alfalfa + trébol rojo + rye grass + festuca (T4), mostró el rendimiento mas bajo con 6,230.1 kg/ha/tres cortes. El valor de proteína cruda más alto fue en alfalfa pura (T0) con 18.12%; Pero, éste valor y los tratamientos (T2) y (T1) son similares con 18.07 y 17.40% respectivamente; el valor mas bajo fue 13.83% en el tratamiento (T4). Con relación al contenido de fibra detergente neutro, el mayor valor fue en Alfalfa+ trébol rojo + rye grass + festuca (T4) con 38.51%; en cambio la alfalfa pura (T0) y la asociada alfalfa + dactylis + trébol rojo (T2), tienen valores bajos con 33.36 y 32.93% respectivamente.
3. La mejor rentabilidad corresponde a la asociación alfalfa + dactylis + trébol rojo con 62.21%, lo que equivale a un beneficio costo de 1.62; luego en orden de mayor rentabilidad le sigue el tratamiento (T0) alfalfa pura con 52.76% con un beneficio costo de 1.53; posteriormente le sigue el tratamiento alfalfa + dactylis (T1) con 44.28% de rentabilidad y un beneficio costo de 1.44; finalmente la mas baja rentabilidad fue en el tratamiento (T4), compuesto por alfalfa + trébol rojo + rye grass con 27.03%, con un beneficio/costo de 1.27

## VI. RECOMENDACIONES

1. Siendo la pastura de asociaciones una alternativa para lograr una dieta balanceada; por lo que, se recomienda establecer cultivos de alfalfa variedad W-350 más dactylis y trébol rojo quíñequeli, en condiciones de secano.
2. Para asegurar el establecimiento de alfalfa pura y asociado con gramíneas forrajeras en suelos de pH ligeramente ácido, se recomienda incorporar a la siembra 3 toneladas de cal viva mezclado con la capa arable.
3. Para incrementar la rentabilidad de los pastos cultivados, es necesario mejorar la producción y estimar los costos unitarios según la especie; por lo que, se recomienda efectuar estudios de los costos por especie forrajera o asociación forrajera.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACELDO, A. (2010). Evaluación de la efectividad del riego, mediante la utilización de tres tipos de aspersores en zona con alta incidencia de viento, en parcelas con mezcla forrajera de pastos en cantón Cayambe, provincia Pichincha. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carchi, Ecuador.
2. ADUVIRI, L. (2007). Producción de alfalfa (*Medicago sativa* L. var. Ranger) con biol y fertifol en la comunidad campesina de Moro-Puno. Tesis Ing. agrónomo. Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
3. BELIZARIO, N. (2006). Efecto del estiércol y biol en el establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) En la comunidad campesina de San Cristóbal del distrito de Capachica-Puno. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional del altiplano. Puno, Perú.
4. CADENILLAS, J. (1999). Producción y manejo de pastos y forrajes. Universidad Nacional de educación Enrique Guzmán y Valle. Lima Perú.
5. CANDIA, G (2011). Producción de *Festuca arundinacea* Schreb sembrada sola y en mezcla con *Lolium perenne* L., en un andisol de la región de la Araucanía. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.
6. CARITAS DEL PERÚ. (2011). Alfalfa Alto andina -W350. Desarrollo ganadero en zonas alto andinas con la introducción del cultivo de alfalfa dormante de secano. Puno, Perú.
7. CHOQUE, J. (2005). Producción y manejo de especies forrajeras. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. 1ra ed. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
8. CHOQUE, J. (1980). Comparativo de especies forrajeras de clima frío. Informe anual. Sub Estación Experimental Illpa Puno, INIAA. Puno, Perú.
9. GILLET, M. (1984). Las gramíneas forrajeras. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
10. HENDERSON, H. (1978). Mejoramiento de pastos y ganadería. Informe sobre proyecto Convenio Perú-Nueva Zelanda. Puno Perú.

11. HERNANDEZ, 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, Michoacan, Mexico.
12. HORTUS, (2005). Semillas forrajeras. Material divulgativo. Lima, Perú.
13. IBAÑEZ, V. (2009). Métodos Estadísticos. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
14. INIA, (1996). Compendio de alternativas tecnológicas. Vol. 1. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Primera edición. Lima, Perú.
15. INFOAGRO, (2004). Pagina virtual de información agricola. Lima Perú.
16. MINAG, (2006). Costos de Producción de cultivos a nivel nacional. Formato publicado en Microsoft Excel 2003. Lima, Perú.
17. MUJICA. A. (2004). Costos de Producción. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.
18. ÑAUPA, R. (2001). Adaptación de nuevas especies de pastos cultivados en el altiplano de Puno. Tesis Ing. agrónomo. Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
19. ORTIZ, J. (1982). Comportamiento de la alfalfa variedad Dupuits en asociación a cinco gramíneas para el valle de Cochabamba. Universidad mayor de San Simón. Centro de Investigación en Forrajes CIP "La Violeta". Cochabamba, Bolivia.
20. 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.
21. RUIZ C., y TAPIA M. (1987). Producción y manejo de forrajes en los andes del Perú. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho. Proyecto de Investigación de los Sistemas Agropecuarios Andinos. PISA. Convenio INIPA-CIID-ACDI. Lima, Perú.
22. SEVILLA, G., PASINATO, A. y GARCIA, J. (2002). Producción de forraje y densidad de plantas de alfalfa irrigada comparando distintas densidades de siembra. Estación

Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

23. SOLID OPD-Organización privada para el desarrollo. (2010). Tecnología productiva de lácteos. Producción de pastos y forrajes. Programa lácteos programa modular. Primera edición. Lima, Perú
24. SOSA, O., MARTIN, B. y ZERPA, G. (2003). Efecto del escarificado del suelo sobre el establecimiento de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en siembra directa. Campo experimental Villarino, Zavalla, Santa Fe, Colombia.
25. SOTO, P. (1996). Especies forrajeras mejoradas. 2da Edición. Instituto de Investigación Agropecuaria-INIA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile
26. SPADA, C., OPOVIN, D. y ROBLEDO, W. (2001). Relación entre la producción de forraje y la cobertura del cultivo de alfalfa. INTA. Estación Experimental Agraria Manfredi. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
27. STEWART, A. (1996). Plantain a potencial pasture species. Proceeding of New Zeland grassland association. Nueva Zelanda.
28. THEANDER, O. (1983). Avances en la caracterización y determinación analítica de los componentes de la fibra dietética. Química y nutrición. México.
29. TORRES, H. (2004). Manual de guía de los alfalfares alto andinos. Gerencia de producción de Caritas del Perú. Fondo empleo. Puno, Perú.
30. YANA, N. (2013). Influencia del abono foliar en el establecimiento y cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Canchi Grande-Caracoto, Puno. Tesis Ing. agrónomo. Escuela profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

## PAGINAS WEB

1. CASTAÑO, L. (2001). Pasturas y mezclas adecuadas para la cuenca del salado. INTA. EEA Balcarce. Consultado el 02/04/14; hora 16:00, disponible en: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/sitio%20EdCont/entornovirtual/Ano%20II/2013/3%C2%BAjornada/PASTURAS%20y%20MEZCLAS%20MAS%20ADECUADAS%20PARA%20LA%20CUENCA%20DEL%20SALADO-19%20copias.pdf>
2. DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA DE HUANUCO. (2013). Oficina de Estadística Agraria e informática. Consultado el 05/04/14, hora 08:45. Disponible en: [http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.huanucoagrario.gob.pe%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Farchivos\\_adjuntos%2FCOSPRO-2012.xls&ei=4xPIUvbqNO\\_KsQTQoYDACQ&usq=AFQjCNF-X7NPT0PO0AZUXZHRiWtqqTxIRw&bvm=bv.59930103,d.eW0](http://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.huanucoagrario.gob.pe%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Farchivos_adjuntos%2FCOSPRO-2012.xls&ei=4xPIUvbqNO_KsQTQoYDACQ&usq=AFQjCNF-X7NPT0PO0AZUXZHRiWtqqTxIRw&bvm=bv.59930103,d.eW0)
3. 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 Noviembre del 2012 a horas 15.30 pm [en línea]. Disponible: URL:[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual\\_pastos.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual_pastos.pdf)
4. CRUZ, M. y SANCHEZ, J. (2000). La fibra en la alimentación del ganado lechero. Nutrición animal tropical. Universidad Nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica. Consultado el 15/05/14, hora 10:35 a.m. Disponible en: [http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la\\_fibra\\_en\\_la\\_alimentacion\\_del\\_ganado\\_lechero.pdf](http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero.pdf)
5. KEIM, J. (2004). Fibra en la dieta de vacas lecheras al pastoreo. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Consultado el 15/05/14, hora 09:45 a.m. Disponible en: <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2013/08/Fibra-en-la-dieta-de-vacas-lecheras-A-PASTOREO-2-2.pdf>
6. MAIZTEGUI, J. (2010). Consideraciones sobre la FDN en la dieta de vacas lecheras en pastoreo. Universidad Nacional del Litoral. Argentina. Consultado 01/04/2014, hora, 11:45, disponible en: <http://www.perulactea.com/campus/wp-content/uploads/group-documents/14/1337639360-Tema2.3-FDNenladietadevacaslecherasenpastoreo.pdf>

7. ROMERO, L. (1995). Especies y mezclas forrajeras. Consultado el 02/04/14 hora 13:30, Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31862.pdf>
8. ROMERO, L., MENDEZ, J. Y BRUNO, O. (1998). Comparación de sistemas de conservación de alfalfa. INTA Rafaela. Argentina. Consultado 05/04/14; hora 19.30 [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_henos/07-comparacion\\_conservacion\\_alfalfa.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/07-comparacion_conservacion_alfalfa.pdf)
9. SPILLER, J. (2007). Producción de materia seca de mezclas base alfalfa y de especies puras en el sur este de Santa Fe. Consultado 03/04/14; hora 11:26, disponible en: <http://www.aapa.org.ar/congresos/2007/PpPDF/PP68.pdf>
10. PALLADINO, A., WAWRZKIEWICZ, M. y BARGO, F. (2006). La fibra. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, UBA. Argentina. Consultado el día 04/04/14, a horas 20:10 p.m.; disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/66-fibra.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/66-fibra.pdf)
11. PIÑEIRO, J. (1986). La alfalfa y sus mezclas con gramíneas en pastoreo. Consultado el día 04/04/14, a horas 18:20 p.m.; disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/viewFile/1138/1157>
12. VAZQUEZ, C., GARCIA, J., SALAZAR, E., MURILLO, B., ORONA, I. ZUÑIGA, R., RUEDA, E. y PRECIADO, P. (2010). Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Universidad de Sonora-Campus Santa Ana. Instituto Tecnológico de Torreón. Consultado 05/04/14 hora 21:15, disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/201010151285.pdf>



## VIII. ANEXOS

ANEXO 1.- Numero de plantas de pasturas por tratamiento (Plantas/m<sup>2</sup>)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	182	196	168	174	182
II	178	154	278	234	180
III	136	234	194	180	216
IV	225	210	242	278	208
Total	721	794	882	866	786
Promedio	180.25	198.50	220.50	216.50	196.50

ANEXO 2.- Cobertura vegetal de pasturas por tratamiento (%/m<sup>2</sup>)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	89.67	88.33	93.33	96.00	80.00
II	92.67	94.33	97.67	87.33	86.67
III	88.33	93.33	93.33	97.67	80.00
IV	93.33	96.00	95.00	92.33	73.33
Total	364.00	371.99	379.33	373.33	320.00
Promedio	91.00	93.00	94.83	93.33	80.00

ANEXO 3.- Altura de planta al primer corte de pasturas por tratamiento (cm/planta)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	26.33	22.33	19.78	23.25	15.00
II	24.15	28.00	24.33	22.50	21.00
III	25.27	21.00	23.00	24.25	23.92
IV	25.00	27.50	24.00	29.08	19.83
Total	100.75	98.83	91.11	99.08	79.75
Promedio	25.19	24.71	22.78	24.77	19.94

ANEXO 4.- Altura de planta al segundo corte de pasturas por tratamiento (cm/planta)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	35.15	24.66	21.56	25.21	18.15
II	26.00	32.45	28.15	34.15	21.21
III	31.66	29.15	16.96	36.27	18.75
IV	33.27	28.96	31.25	28.15	15.15
Total	126.08	115.22	97.92	123.78	73.26
Promedio	31.52	28.81	24.48	30.95	18.32

ANEXO 5.- Altura de planta al tercer corte de pasturas por tratamiento (cm/planta)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	28.32	25.15	21.45	29.81	14.27
II	26.12	27.27	18.15	25.15	20.15
III	28.09	22.36	18.27	24.15	24.15
IV	29.24	21.66	25.33	28.21	21.27
Total	111.77	96.44	83.2	107.32	79.84
Promedio	27.94	24.11	20.80	26.83	19.96

ANEXO 6.- Rendimiento de materia verde al primer corte por tratamiento (kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	8062.60	6988.40	6551.00	6547.00	4555.80
II	6921.00	6814.40	8414.40	6406.80	6309.40
III	6530.40	6979.80	6781.80	6413.20	6156.40
IV	6903.40	6609.20	7051.20	6849.40	6232.00
Total	28417.40	27391.80	28798.40	26216.40	23253.60
Promedio	7104.35	6847.95	7199.60	6554.10	5813.40

ANEXO 7.- Rendimiento de materia verde al segundo corte por tratamiento (kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	11976.00	9651.60	10839.20	9812.20	8162.40
II	10516.00	9430.00	10448.00	11348.00	9297.20
III	9374.00	10603.78	11937.78	9216.00	9299.80
IV	10596.68	9204.40	11048.40	7245.00	7637.00
Total	42462.68	38889.78	44273.38	37621.20	34396.40
Promedio	10615.67	9722.45	11068.35	9405.30	8599.10

ANEXO 8.-Rendimiento de materia verde al tercer corte por tratamiento (kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	9694.80	9428.40	9005.20	8620.80	5789.80
II	9848.00	7144.00	9562.00	9714.90	8786.80
III	8220.00	9856.26	9956.23	8022.00	8470.80
IV	9986.20	8939.60	9612.80	6534.40	7116.20
Total	37749.00	35368.26	38136.23	32892.10	30163.60
Promedio	9437.25	8842.07	9534.06	8223.03	7540.90

ANEXO 9.- Rendimiento de materia verde total de tres cortes por tratamiento (kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	29733.40	26068.40	26395.40	24980.00	18508.00
II	27285.00	23388.40	28424.40	27469.70	24393.40
III	24124.40	27439.84	28675.81	23651.20	23927.00
IV	27486.28	24753.20	27712.40	20628.80	20985.20
Total	108629.08	101649.84	111208.01	96729.70	87813.60
Promedio	27157.27	25412.46	27802.00	24182.43	21953.40

ANEXO 10.- Porcentaje de materia seca en pasturas por tratamiento (%) al primer corte

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	26.15	30.05	29.81	31.04	28.80
II	28.71	27.81	29.03	30.88	26.83
III	30.58	30.25	29.67	29.80	28.10
IV	27.24	28.14	28.87	28.18	26.01
Total	112.68	116.25	117.37	119.90	109.73
Promedio	28.17	29.06	29.34	29.98	27.43

ANEXO 11.- Porcentaje de materia seca en pastura por tratamiento (%) al segundo corte

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	22.47	33.3	30.31	32.62	29.71
II	27.66	31.48	28.25	27.91	29.87
III	28.31	25.37	30.86	32.6	26.83
IV	26.15	30.05	29.81	31.04	28.80
Total	104.59	120.20	119.23	124.17	115.21
Promedio	26.15	30.05	29.81	31.04	28.80

ANEXO 12.- Porcentaje de materia seca en pasturas por tratamiento (%) al tercer corte

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	26.9	29.14	27.72	33.47	29.38
II	27.72	27.6	26.29	29.94	22.67
III	31.51	26.7	33.07	29.24	28.43
IV	28.71	27.81	29.03	30.88	26.83
Total	114.84	111.25	116.11	123.53	107.31
Promedio	28.71	27.81	29.03	30.88	26.83

ANEXO 13.- Rendimiento de materia seca al primer corte por tratamiento (Kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	2108.10	2100.01	1952.63	2032.41	1312.22
II	1987.02	1895.31	2442.42	1978.63	1692.60
III	1997.21	2111.39	2012.16	1911.13	1729.74
IV	1880.49	1859.83	2035.45	1930.16	1620.74
Total	7972.82	7966.54	8442.66	7852.33	6355.30
Promedio	1993.21	1991.64	2110.67	1963.08	1588.83

ANEXO 14.- Rendimiento de materia seca al segundo corte por tratamiento (Kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	3988.01	2925.40	3535.75	2915.20	2195.69
II	3310.44	2663.98	2916.04	3389.65	2577.18
III	2378.18	3272.33	3891.72	2472.65	2930.37
IV	3184.30	2743.52	3429.79	2086.80	2192.58
Total	12860.93	11605.22	13773.29	10864.30	9895.81
Promedio	3215.23	2901.31	3443.32	2716.08	2473.95

ANEXO 15.- Rendimiento de materia seca al tercer corte por tratamiento (Kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	3244.85	2770.06	2464.72	2545.72	1860.26
II	2948.49	1619.54	3253.95	2946.53	2205.49
III	2403.53	2802.13	3021.72	2478.00	2492.61
IV	3084.07	2398.20	2939.91	1976.66	2111.38
Total	11680.94	9589.94	11680.30	9946.90	8669.74
Promedio	2920.24	2397.49	2920.08	2486.73	2167.43

ANEXO 16.- Rendimiento de materia seca total de tres cortes por tratamiento (Kg/ha)

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	9320.96	7795.47	7953.10	7493.33	5368.17
II	8245.95	6178.83	8612.41	8314.81	6675.27
III	6778.92	8185.85	8925.60	6861.78	6952.13
IV	8148.86	7001.55	8405.15	5993.62	5924.70
Total	32494.7	29161.7	33896.3	28664.5	24920.3
Promedio	8123.67	7290.425	8474.07	7165.90	6230.07

ANEXO 17.- Contenido de proteína cruda en pasturas por tratamientos

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	18.35	16.48	18.14	15.1	13.98
II	18.17	17.68	17.49	14.84	13.43
III	17.83	17.63	18.23	15.34	14.86
IV	18.12	17.76	18.41	15.41	13.05
Total	72.47	69.55	72.27	60.69	55.32
Promedio	18.12	17.39	18.07	15.17	13.83

ANEXO 18.- Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en pasturas por tratamientos

Bloque	T0	T1	T2	T3	T4
I	32.28	35.29	32.11	38.03	39.26
II	34.56	34.21	32.58	35.58	36.68
III	33.85	35.71	32.56	38.43	39.47
IV	32.78	34.56	34.42	39.03	38.63
Total	133.47	139.77	131.67	151.07	154.04
Promedio	33.37	34.94	32.92	37.77	38.51

ANEXO 19.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (T0)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS VARIABLES</b>				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de alfalfa	Kg	25	22.00	550.00
Superfosfato triple de calcio	Bolsa	3.5	56.00	196.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	25.00	6.25
Abonamiento	Jornal	1	25.00	25.00
Siembra Manual	Jornal	2	25.00	50.00
Tapado de semilla	Jornal	1	25.00	25.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	25.00	100.00
Drenaje	Jornal	2	25.00	50.00
5. Cosecha de forraje				
Primer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Segundo corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Tercer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
<b>II. COSTOS FIJOS</b>				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis del suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	10	3232.25	323.23
Total				3555.48

**ANALISIS ECONOMICO (hectárea)**

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	27157.00
Costo total	S/.	3555.48
Precio	S/.	0.20
Ingreso bruto	S/.	5431.40
Ingreso neto	S/.	1875.93
Rentabilidad	%	52.76
Relación beneficio costo		1.53

ANEXO 20.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (T1)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS VARIABLES</b>				
<b>1. Preparación del terreno</b>				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de alfalfa	Kg	20	22.00	440.00
Semilla de dactylis	Kg	5	16.00	80.00
Superfosfato triple de calcio	Bolsa	3.5	56.00	196.00
<b>3. Abonamiento y siembra</b>				
Muestreo de suelos	Jornal	0.25	25.00	6.25
Abonamiento	Jornal	1	25.00	25.00
Siembra Manual	Jornal	2	25.00	50.00
Tapado de semilla	Jornal	1	25.00	25.00
<b>4. Labores culturales</b>				
Deshierbo	Jornal	4	25.00	100.00
Drenaje	Jornal	2	25.00	50.00
<b>5. Cosecha</b>				
Primer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Segundo corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Tercer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
<b>6. Transporte</b>				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
<b>II. COSTOS FIJOS</b>				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis del suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	10	3202.25	320.23
<b>Total</b>				<b>3522.48</b>

**ANALISIS ECONOMICO (hectárea)**

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	25412.00
Costo total	S/.	3522.48
Precio	S/.	0.20
Ingreso bruto	S/.	5082.40
Ingreso neto	S/.	1559.93
Rentabilidad	%	44.28
Relación beneficio/costo		1.44

ANEXO 21.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (T2)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS VARIABLES</b>				
<b>1. Preparación del terreno</b>				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de alfalfa	Kg	15	22.00	330.00
Semilla de dactylis	Kg	7.5	16.00	120.00
Semilla de trébol rojo	Kg	2.5	16.00	40.00
Superfosfato triple de calcio	Bolsa	3.5	56.00	196.00
<b>3. Abonamiento y siembra</b>				
Muestreo de suelos	Jornal	0.25	25.00	6.25
Abonamiento	Jornal	1	25.00	25.00
Siembra Manual	Jornal	2	25.00	50.00
Tapado de semilla	Jornal	1	25.00	25.00
<b>4. Labores culturales</b>				
Deshierbo	Jornal	4	25.00	100.00
Drenaje	Jornal	2	25.00	50.00
<b>5. Cosecha</b>				
Primer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Segundo corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Tercer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
<b>6. Transporte</b>				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
<b>II. COSTOS FIJOS</b>				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis del suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	10	3172.25	317.213
<b>Total</b>				<b>3489.48</b>

**ANALISIS ECONOMICO (hectárea)**

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	28302.00
Costo total	S/.	3489.48
Precio	S/.	0.20
Ingreso bruto	S/.	5660.40
Ingreso neto	S/.	2170.93
Rentabilidad	%	62.21
Relación beneficio/costo		1.62

ANEXO 22.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (T3)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS VARIABLES</b>				
<b>1. Preparación del terreno</b>				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de alfalfa	Kg	10	22.00	220.00
Semilla de dactylis	Kg	8	16.00	128.00
Semilla de trébol rojo	Kg	2	16.00	32.00
Semilla de ryegrass	Kg	5	16.00	80.00
Superfosfato triple de calcio	Bolsa	3.5	56.00	196.00
<b>3. Abonamiento y siembra</b>				
Muestreo de suelos	Jornal	0.25	25.00	6.25
Abonamiento	Jornal	1	25.00	25.00
Siembra Manual	Jornal	2	25.00	50.00
Tapado de semilla	Jornal	1	25.00	25.00
<b>4. Labores culturales</b>				
Deshierbo	Jornal	4	25.00	100.00
Drenaje	Jornal	2	25.00	50.00
<b>5. Cosecha</b>				
Primer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Segundo corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Tercer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
<b>6. Transporte</b>				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
<b>II. COSTOS FIJOS</b>				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis del suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	10	3142.25	314.23
<b>Total</b>				<b>3456.48</b>

**ANALISIS ECONOMICO (hectárea)**

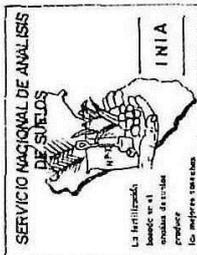
Rendimiento de materia verde	Kg/ha	24182.00
Costo total	S/.	3456.48
Precio	S/.	0.20
Ingreso bruto	S/.	4836.40
Ingreso neto	S/.	1379.93
Rentabilidad	%	39.92
Relación beneficio/costo		1.40

ANEXO 23.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (T4)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS VARIABLES</b>				
<b>1. Preparación del terreno</b>				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de alfalfa	Kg	10	22.00	220.00
Semilla de trébol rojo	Kg	2	16.00	32.00
Semilla de ryegrass	Kg	5	16.00	80.00
Semilla de festuca	kg	8	16.00	128.00
Superfosfato triple de calcio	Bolsa	3.5	56.00	196.00
<b>3. Abonamiento y siembra</b>				
Muestreo de suelos	Jornal	0.25	25.00	6.25
Abonamiento	Jornal	1	25.00	25.00
Siembra Manual	Jornal	2	25.00	50.00
Tapado de semilla	Jornal	1	25.00	25.00
<b>4. Labores culturales</b>				
Deshierbo	Jornal	4	25.00	100.00
Drenaje	Jornal	2	25.00	50.00
<b>5. Cosecha</b>				
Primer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Segundo corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
Tercer corte: siega manual	Jornal	20	25.00	500.00
<b>6. Transporte</b>				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
<b>II. COSTOS FIJOS</b>				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis del suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	10	3142.25	314.23
<b>Total</b>				<b>3456.48</b>

**ANÁLISIS ECONÓMICO (hectárea)**

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	21953.00
Costo total	S/.	3456.48
Precio	S/.	0.20
Ingreso bruto	S/.	4390.60
Ingreso neto	S/.	934.13
Rentabilidad	%	27.03
Relación beneficio/costo		1.27



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA  
 LABORATORIO DE ANALISIS  
 ESTACION EXPERIMENTAL: AGRARIA ILLPA - PUNO  
 ANEXO SALCEDO  
 Of. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima



METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura: %de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo:agua relación 1:1; ó en suspensión suelo: KCIN, relación 1:2.5.
4. Calcio total (CaCO<sub>3</sub>): método gaso-volumétrico utilizando un calcimetro.
5. Materia orgánica: método Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO<sub>3</sub>=0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0.
10. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH<sub>3</sub>-COONH<sub>4</sub>) N, pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> EDTA.
11. Al<sup>3+</sup>-H: método de Yuan. Extracción con KCl, N.
12. Iones solubles: Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> EDTA; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> fotometría de llama y/o absorción atómica; Cl<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>; volumetría y colorimetría. SO<sub>4</sub> Turbidimetría con cloruro de bario.
13. Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
14. Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	CE(es)	Clasificación	Nitrogeno %	Materia Orgánica		Fósforo Disponible		Potasio Disponible		Relaciones Cationicas	
				%	<2.0 2 a 4 >4.0	ppm P	ppm K	ppm K	Ca/Mg	K/Mg	Ca/Mg
Muy ligeramente salino	<2	Bajo	0 - 0.1	<2.0	<7.0	<100	<100	Normal	0.2-0.3	5 a 9	
Ligeramente salino	2 a 4	Medio	0.1 - 0.2	2 a 4	7.0 a 14	100-240	>0.5	Deficiente Mg	>0.5		
Moderadamente salino	4 a 8	Alto	>0.2	>4.0	>14	>240	>0.2	Deficiente K	>0.2		
Fuertemente salino	>8							Deficiente Mg	>10		

Reacción ó pH Clasificación	pH	Clases Texturales						Distribución de Cationes
		A	AF	FA	Fr	FL	L	
Fuertemente ácido	<5.5	Arena	Franco arenoso	Arcillo arenoso	Arcillo limoso	Arcilloso	Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	
Moderadamente ácido	5.6-6.0	Arena franca	Franco arcilloso	Franco arcillo limoso	Arcillo limoso	Arcilloso	K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup>	
Ligeramente ácido	6.1-6.5	Franco arenoso	Arcillo arenoso	Arcillo limoso	Limoso			
Neutro	7.0	Franco	Franco limoso					
Ligeramente alcalino	7.1-7.8							
Moderadamente alcalino	7.9-8.4							
Fuertemente alcalino	>8.5							

Equivalencias:  
 1 ppm = 1 mg/kilogramo.  
 1 mililitro (ml) = 1 decímetro cúbico (dm<sup>3</sup>).  
 1 mililitro (ml) = 1 centímetro cúbico (cm<sup>3</sup>).  
 1 miliequivalente/100g = 1 centímo (+)/kilogramo.  
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = (40) x CEes.  
 CE (1:2.5) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm.  
 T= Trazas. \*F= Floccula (excesiva presencia de sales, se sugiere realizar análisis de Salinidad, por extracto de saturación).



ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Jorge Labayrac  
 Ing° JORGE CANIHUA ROJAS  
 Jefe Laboratorio Analisis SUELOS

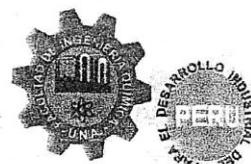
PUNO (Sede) : Rinconada de Salcedo, Telefax: (051) 36-3812 Telf.: (051) 622760  
 ILLPA : Carretera Puno - Juliaca , Km. 22 Telf.: (054) 62-2779.  
 e-mail : illpa@inia.gob.pe, canihua@inia.gob.pe  
 Casilla Postal : N° 468 - Puno



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

Ciudad Universitaria - Apartado 291 - Telefax: (051) 366190 - Fax (051) 366190



ASUNTO : ANALISIS FISICO-QUIMICO (BROMALOGICO) DE MUESTRA DE ALFALFA Y GRAMINEAS

SOLICITANTE : Bach. MARCIA JAKELINE DURAND AGUILAR  
PROCEDENCIA : CIP - CAMACANI  
PRODUCTO : ALFALFA Y GRAMÍNEAS  
ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO  
FECHA DE MUESTREO : 12/12/2013  
FECHA DE RECEPCION : 12/12/2013  
FECHA DE ENSAYO : 13/12//2013

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Sólido  
COLOR : Verde  
OLOR : Característico al producto  
SABOR : Característico al producto

RESULTADOS:

Clave	% Humedad	% Materia seca	% Proteína cruda	% Fibra detergente neutro
BI-T0-M1	73.74	26.26	18.25	34.26
BI-T0-M2	73.77	26.23	18.15	30.56
BI-T0-M3	74.04	25.96	18.66	32.02
BI-T1-M1	70.98	29.02	17.12	36.87
BI-T1-M2	68.44	31.56	16.15	34.78
BI-T1-M3	70.44	29.56	16.18	34.21
BI-T2-M1	71.4	28.6	18.96	31.96
BI-T2-M2	71.12	28.88	17.24	32.68
BI-T2-M3	71.04	28.96	18.23	31.7
BI-T3-M1	69.92	30.08	14.26	38.48
BI-T3-M2	70.04	29.96	15.69	38.12
BI-T3-M3	69.92	30.08	15.36	37.48
BI-T4-M1	70.52	29.48	14.48	40.02
BI-T4-M2	71.55	28.45	13.56	38.7
BI-T4-M3	71.54	28.46	13.89	39.06
BII-T0-M1	71.7	28.3	18.45	34.94
BII-T0-M2	70.62	29.38	17.83	34.78
BII-T0-M3	71.55	28.45	18.23	33.96
BII-T1-M1	72.22	27.78	17.56	33.46
BII-T1-M2	71.98	28.02	18.23	34.16
BII-T1-M3	72.38	27.62	17.25	35.02



BII-T2-M1	71.18	28.82	16.28	32.89
BII-T2-M2	70.85	29.15	18.55	33.28
BII-T2-M3	70.88	29.12	17.63	31.56
BII-T3-M1	68.94	31.06	15.46	36.18
BII-T3-M2	69.12	30.88	14.28	35.3
BII-T3-M3	69.3	30.7	14.78	35.26
BII-T4-M1	73.04	26.96	13.51	36.92
BII-T4-M2	73.12	26.88	13.12	36.88
BII-T4-M3	73.34	26.66	13.66	36.24
BIII-T0-M1	68.92	31.08	17.84	32.82
BIII-T0-M2	69.44	30.56	17.15	34.98
BIII-T0-M3	69.9	30.1	18.51	33.74
BIII-T1-M1	70.44	29.56	17.4	36.98
BIII-T1-M2	68.95	31.05	18.36	34.86
BIII-T1-M3	69.86	30.14	17.13	35.29
BIII-T2-M1	69.88	30.12	18.56	32.78
BIII-T2-M2	70.78	29.22	17.23	32.42
BIII-T2-M3	70.32	29.68	18.89	32.47
BIII-T3-M1	70.02	29.98	14.72	38.23
BIII-T3-M2	70.24	29.76	15.96	38.59
BIII-T3-M3	70.34	29.66	15.33	38.47
BIII-T4-M1	72.12	27.88	14.96	40.08
BIII-T4-M2	71.85	28.15	13.98	38.82
BIII-T4-M3	71.72	28.28	15.64	39.52
BIV-T0-M1	72.83	27.17	18.31	33.64
BIV-T0-M2	72.92	27.08	18.56	32.22
BIV-T0-M3	72.52	27.48	17.48	32.48
BIV-T1-M1	71.89	28.11	18.29	34.82
BIV-T1-M2	71.77	28.23	17.44	34.89
BIV-T1-M3	71.93	28.07	17.56	33.98
BIV-T2-M1	70.88	29.12	18.44	35.86
BIV-T2-M2	71.42	28.58	18.23	33.12
BIV-T2-M3	71.08	28.92	18.56	34.28
BIV-T3-M1	71.95	28.05	15.77	39.27
BIV-T3-M2	71.56	28.44	14.88	39.56
BIV-T3-M3	71.95	28.05	15.58	38.26
BIV-T4-M1	74.12	25.88	13.56	38.86
BIV-T4-M2	73.92	26.08	12.46	38.46
BIV-T4-M3	73.93	26.07	13.12	38.57



  
**Ing° GERMAN QUILLE CALIZAYA**  
 Jefe Laboratorio Control de Calidad  
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA  
 UNA - PUNO

**ANEXO N° 2**  
**ALBUM FOTOGRÁFICO**



Foto 1. Preparación del terreno para el campo experimental CIP Camacani-FCA-UNA



Foto 2. Siembra de las asociaciones de pasturas por cada tratamiento



Foto 3. Establecimiento de la asociación de pastos a los 90 días de la siembra



Foto 4. Cultivo de alfalfa pura al año de establecimiento



Foto 5. Tratamiento de la asociación entre alfalfa y dactylis



Foto 6. Tratamiento de pastos asociados alfalfa + dactylis + trébol rojo



Foto 7. Tratamiento de la asociación alfalfa+dactylis+ trébol + rye grass



Foto 8. Tratamiento de la asociación alfalfa + trébol rojo + ryegrass + festuca



Foto 9. Distribución de los tratamientos en las parcelas experimentales en CIP Camacani FCA-UNA