



**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO  
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**EPG**  
ESCUELA DE POSGRADO

**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS PARA OBTENER**

**EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN PRODUCCIÓN  
ANIMAL**

**PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD NUTRITIVA DE PASTOS  
EN SISTEMAS SILVOPASTORILES CON DIFERENTES  
ESPECIES ARBOREAS EN LA MICROCUENCA DE  
MOLINOPAMPA**

**Autor:** Bach. Luis Orlando Escobar Espinoza.

**Asesor:** M.Sc. Héctor Vladimir Vásquez Pérez.

**Coasesor:** Dr. Manuel Emilio Milla Pino

**Registro (N° 198-2017-UNTRM/EPG)**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

Con amor y gratitud:  
A Dios, por permitir el desarrollo de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar y permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por ello con toda la humildad que de mi corazón pueden emanar dedico principalmente mi trabajo a DIOS.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza mediante su Escuela de Posgrado, por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder realizar mis estudios de maestría, así como a sus diferentes docentes que brindan sus conocimientos y apoyo para seguir adelante el día a día.

A CONCYTEC, mediante el programa de becas y cofinanciamiento CIENCIACTIVA por el apoyo brindado mediante la subvención económica para desarrollar y culminar el programa de Maestría en producción Animal.

A mi madre, Ofelia Espinoza Pisco y familiares por el esfuerzo y sacrificio para darme la vida, educación, valores y por hacer de mí una persona mejor a través de todos sus consejos, enseñanzas y amor, que me inculcaron a lo largo del camino de mi vida.

Al M.Sc. Héctor Vladimir Vásquez Pérez quien nunca desistió al enseñarme, gracias por su tiempo, por su paciencia, por la sabiduría que me transmitió en el desarrollo de mi vida profesional y por su apoyo para la culminación de esta tesis.

A mis amigos quienes fueron un gran apoyo se los agradezco desde el fondo de mi alma emocional y quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas, tiempo e información; esas personas que durante estos dos años estuvieron a mi lado apoyándome para lograr que este sueño se haga realidad.

A todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios de posgrado, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a mis experiencias, investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental.

Dr. Policarpio Chauca Valqui

**Rector**

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillon

**Vicerrector Académico**

Dra. Flor Teresa García Huamán

**Vicerrector de Investigación**

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

**Director de la Escuela de Posgrado**

## **VISTO BUENO DEL ASESOR**

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada:

**“PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD NUTRITIVA DE PASTOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES CON DIFERENTES ESPECIES ARBOREAS EN LA MICROCUENCA DE MOLINOPAMPA”.**

Presentado por el alumno de la Maestría en Producción Animal: **Bach. Luis Orlando Escobar Espinoza.**

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da visto bueno al informe final de la tesis mencionada, dándole pase para continuar con los trámites correspondientes.



---

**M.SC. HÉCTOR VLADIMIR VÁSQUEZ PÉREZ**  
**ASESOR DE TESIS**

---

Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé  
Presidente

---

Mg. Segundo José Zamora Huamán  
Secretario

---

M.Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz  
Vocal

## ÍNDICE O CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS .....	4
2.1. Área de estudio.....	4
2.2. Población y muestra .....	4
2.3. Identificación de las parcelas .....	5
2.4. Evaluación la composición florística en sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto .....	6
2.5. Análisis de la productividad y composición nutritiva del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto .....	6
a. Productividad de forraje verde (FV) .....	6
b. Análisis proximal del forraje:.....	7
2.6. Evaluar la calidad del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto. ....	8
2.7. Análisis estadístico.....	9
III. RESULTADOS .....	10
3.1. Composición florística de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región de amazonas. ....	10
3.2. Productividad y composición nutritiva de las especies de pastos que integran los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto.....	16
3.2.1. Productividad del Forraje verde (FV) .....	16
3.2.2. Composición nutritiva del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto .....	16
3.2.3. Calidad del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto .....	19
IV. DISCUSIÓN .....	20
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. RECOMENDACIONES.....	27
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
VIII. ANEXOS .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
<b>Tabla 1.</b> Sistemas de producción en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas.....	5
<b>Tabla 2.</b> Metodología y equipos utilizados para el análisis del componente forrajero ....	7
<b>Tabla 3.</b> Rendimiento de forraje verde y materia seca en los diferentes sistemas de producción en época seca en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.....	16
<b>Tabla 4.</b> Calidad nutritiva del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción en época seca en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.....	19
<b>Tabla 5.</b> Índice de calidad nutritiva del componente forrajero .....	19



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1.</b> Mapa geográfico del distrito de Molinopampa, región de Amazonas .....	4
<b>Figura 2.</b> Esquema de los sistemas producción en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas.....	5
<b>Figura 3.</b> Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por <i>A. acuminata</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	10
<b>Figura 4.</b> Malezas en el sistema silvopasatoril con <i>A. acuminata</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas .....	11
<b>Figura 5.</b> Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por <i>P. patula</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.....	11
<b>Figura 6.</b> Malezas en el sistema silvopasatoril con <i>P. patula</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	12
<b>Figura 7.</b> Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por <i>C. lusitánica</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.....	12
<b>Figura 8.</b> Malezas en el sistema silvopasatoril con <i>C. lusitánica</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	13
<b>Figura 9.</b> Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por <i>C. quindiuense</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	13
<b>Figura 10.</b> Malezas en el sistema silvopasatoril con <i>C. quindiuense</i> en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	14
<b>Figura 11.</b> Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	14
<b>Figura 12.</b> Malezas del sistema campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas .....	15
<b>Figura 13.</b> Composición florística del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.....	15

## RESUMEN

La falta de sostenibilidad de los sistemas ganaderos se ha traducido en el deterioro ambiental y social, a medida que ha ido aumentando la producción ganadera extensiva también han aumentado los desafíos ambientales y está gradualmente cambiando el paisaje presentado desde hace varios años un grave proceso de deforestación y la creación de paisajes con mosaicos de monocultivos de pastos y el desarrollando actividades no sostenibles. La investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad y calidad nutritiva de pastos en sistemas silvopastoriles con diferentes especies arbóreas en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas. Se evaluaron diferentes sistemas de producción S0: Sistema campo abierto, S1: (SSP con aliso), S2: (SSP con pino); S3: (SSP con ciprés) y S4: (SSP con pona); en cada sistema se instalaron parcelas, donde se evaluó indicadores del componente forrajero como rendimiento productivo y composición nutricional. Para estimar la producción de forraje verde se determinó mediante el método del cuadrante, para el contenido nutricional se recolectó una muestra representativa de cada parcela. Los datos se procesaron en el programa SPSS Versión 15.0 utilizando la prueba Duncan y Tukey ( $p < 0,05$ ) para la comparación de las medias. La producción forraje fue ligeramente superior en el S1 ( $10,84 \text{ tn.ha}^{-1} \cdot \text{corte}$ ) en comparación al S0 ( $9,8 \text{ tn.ha}^{-1} \cdot \text{corte}$ ); así mismo los niveles de proteína fue superior en el S1 (16,50%) en un 2,33% respecto al S0 (14,17%); los S0 y S1 mostraron los mejores niveles de FDN y FDA ( $p < 0,05$ ); reflejado en una mejor DIVMS S0 (77,79%) y S1 (69,19%)  $p > 0,05$  en comparación a los demás sistemas. Teniendo al S1 (Sistema silvopastoril con aliso) como los mejores indicadores de productividad y calidad nutritiva de pastos.

**Palabras claves:** sistemas silvopastoriles, biomasa, composición bromatológica, digestibilidad.

## ABSTRACT

The lack of sustainability of livestock systems has resulted in environmental and social deterioration, As the extensive livestock production has increased, environmental challenges have also increased and it is gradually changing the landscape presented several years ago a serious process of deforestation and the creation of landscapes with mosaics of monoculture pastures and the development of unsustainable activities. The objective of the research was to evaluate the productivity and nutritive quality of pastures in silvopastoral systems with different tree species in the Microbasin of Molinopampa, Amazonas region. Different production systems S0 were evaluated: open field system, S1: (SSP with alder), S2: (SSP with pine); S3: (SSP with cypress) and S4: (SSP with pona); in each system plots were installed, where were evaluated indicators of the forage component as productive yield and nutritional composition. To estimate the production of green forage was determined by the quadrant method, for the nutritional content was collected a representative sample of each plot. The data was processed in the SPSS program Version 15.0 using the Duncan and Tukey test ( $p < 0,05$ ) for the comparison of means. Forage production was slightly higher in S1 (10,84  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cut}$ ) compared to S0 (9,8  $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cut}$ ); Likewise, protein levels were higher in S1 (16,5%) by 2,33% compared to S0 (14,17%); S0 and S1 showed the best levels of NDF and ADF ( $p < 0,05$ ); reflected in a better DIVMS S0 (77,79%) and S1 (69,19%)  $p > 0,05$  compared to other systems. Having the S1 (Silvopastoral system with alder) as the best indicators of productivity and nutritional quality of pastures.

**Keywords:** silvopastoral systems, biomass, bromatological composition, digestibility.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La humanidad se enfrenta a uno de sus más grandes desafíos, como es el crecimiento acelerado de la población mundial, junto a ello un incremento no proporcional de la producción de alimentos, principalmente los más afectados son los países subdesarrollados, donde la ganadería tiene un papel crucial en la producción de alimento (Sánchez, 2006). Siendo esta la actividad que ocupa el 30% de superficie terrestre, donde el 33% del total de tierra cultivable produce forrajes para la alimentación ganadera. Por ende, el sector pecuario podría considerarse como uno de los responsables del cambio climático (Zalapa y Carranza, 2012). Siendo la expansión de las tierras para la actividad agropecuaria como la principal causa de deforestación en América Latina (Segrelles, 2001).

La producción de ganado con pasturas extensivas compete con otros usos del suelo y está gradualmente cambiando el paisaje, presentado desde hace varios años un grave proceso de deforestación asociado a esta actividad, lo que ha afectado las condiciones y la calidad de los recursos naturales, permitiendo un cambio en el uso del suelo y desarrollando actividades no sostenibles (Mendieta y Rocha, 2007).

La falta de sostenibilidad de los sistemas ganaderos se ha traducido en el deterioro ambiental y social (Serrano y Ruiz, 2003). A medida que ha ido aumentando la producción ganadera extensiva en América Latina y el Caribe, también han aumentado los desafíos ambientales, especialmente en lo que se refiere a las tasas de deforestación como consecuencias la degradación y la erosión del suelo (CEPAL et al., 2013). El cual ha sido asociada a la pérdida y fragmentación de bosques y la creación de paisajes con mosaicos de monocultivos de pastos y cultivos agrícolas (Ibrahim et al., 2007), en donde el ganadero da poco valor a la existencia de árboles en su sistema productivo (Marinidou y Jiménez, 2010).

La pérdida de bosques amazónicos en el Perú durante el período del 2010-2014 fue de 415,278 has con una tasa de 103,819 ha<sup>-1</sup>.año, esto se debe a intervenciones humanas transformando bosques para otros usos de la tierra como cultivos agrícolas, áreas para la crianza de ganado vacuno. Sin embargo, la superficie deforestada en la región de

Amazonas en el mismo período fue de 11,414 has, de las cuales para la provincia de Chachapoyas tiene un total de 777,07 has deforestadas que han sido utilizadas en la instalación de pasturas para las actividades ganaderas (DGOT, 2015).

La región Amazonas, cuenta con 53,276 has de pastos y 2,470 has con bosques nativos (INEI, 2012). La ocupación que muestra el productor en la región, se ha caracterizado por la aplicación de sistemas extensivos de producción ganadera no sostenibles de uso, manejo de suelos y sus recursos; que ha generado continuos procesos de deterioro de los ecosistemas existentes. Así mismo, las actividades que vienen desarrollando las poblaciones migrantes hacia esta región han agudizado los problemas de tipo social, económico, legal y ambiental que han conducido a una permanente deforestación, pérdida gradual de la biodiversidad y contaminación ambiental (Vásquez, 2016b).

Sin embargo, la ocupación del productor de Molinopampa, muestra que el 74,6% de las personas se dedican principalmente a la agricultura de pequeña escala y a la ganadería orientada a la producción de leche, basada en una crianza extensiva a base de pastos naturales (15434 has) con un bajo nivel tecnológico (INEI, 2012). Además, se cuenta con una gran cantidad de bosques primarios permitiendo que productores de otras regiones emigren hacia estos territorios provocando la deforestación en busca de nuevas tierras principalmente para la ganadería, lo que hace que los bosques estén amenazados por las malas prácticas agropecuarias desarrolladas en la zona (Oliva, 2016a).

En la actualidad se viene considerando a los Sistemas Silvopastoriles (SSP) como un componente importante de la actividad ganadera con un enfoque integrado para el uso sostenible de la tierra, favoreciendo una mejor productividad y calidad de los forrajes a través del tiempo, favoreciendo el aumento de la humedad del suelo, reduciendo las altas temperaturas en las zonas de pastoreo (Rivera, 2015); aumenta la fertilidad del suelo a través del reciclaje de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno como el *Alnus acuminata*); mejora el balance hídrico; reduce la evaporación, reduce el estrés calórico en los animales a través de la producción de sombra y reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> al fijarlo en el sistema (Navas, 2007). Así mismo los árboles son capaces de capturar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, almacenarlo como carbono en su madera y así contribuir a la regulación climática (Marinidou y Jiménez, 2010).

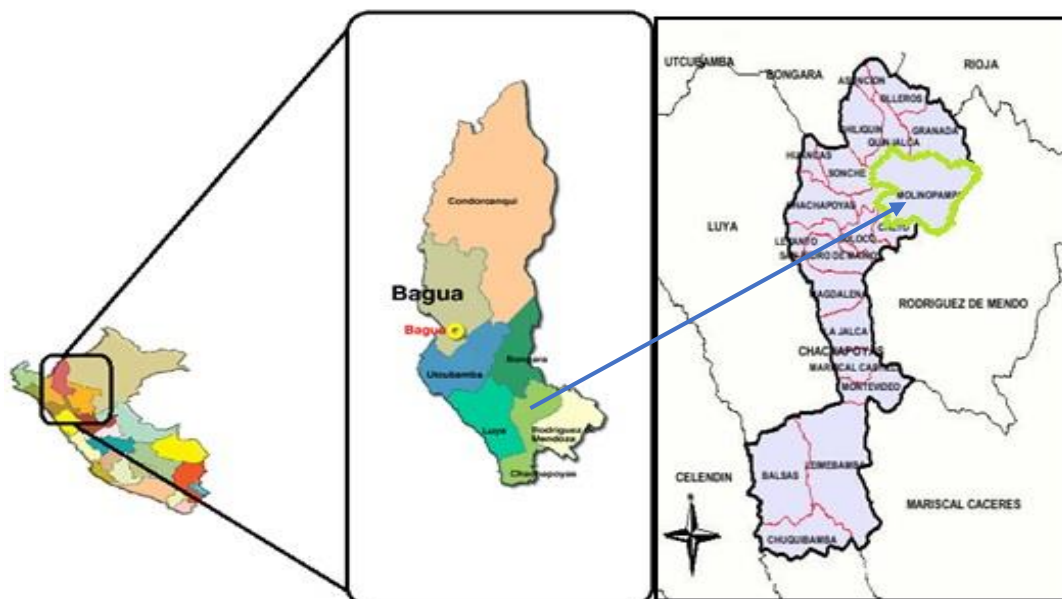
Siendo alternativas de solución que permita a los productores y al hato ganadero una relación armoniosa entre árbol, pasto y ganado; por ende, intensificar la producción de pastos tanto en biomasa como en calidad nutritiva, lograr una producción de forraje más estable durante el año, contribuir a reducir las extensiones de monocultivos a base de pasturas; permitiendo una mejor producción en el hato ganadero.

Por otro lado, es fundamental generar información de gran valor como insumo para las intervenciones futuras; ayudar a implementar políticas, programas y estrategias para instituciones públicas y privadas interesadas en mejorar la producción de pasturas. Además, conocer la importancia de los SSP y determinar que especie arbórea genera mejores resultados en productividad y calidad nutritiva del componente forrajero; así como generar conocimiento e información para los profesionales, investigadores y productores; finalmente nos brinde información útil para quienes impulsen el desarrollo ganadero en la región Amazonas y el País. Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis: Los sistemas silvopastoriles con diferentes especies arbóreas generan efectos positivos en la productividad y calidad nutritiva de pastos. En este contexto el objetivo general de este estudio fue evaluar la productividad y calidad nutritiva de pastos en sistemas silvopastoriles con diferentes especies arbóreas en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas. A su vez este se disgrega en tres objetivos específicos (i) Determinar la composición florística en sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto; (ii) Analizar la productividad y composición nutricional del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto; (iii) Evaluar la calidad del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas; limita por el norte con el distrito de Quinjalca y el distrito de Granada; por el sureste con la provincia de Rodríguez de Mendoza; por el suroeste con el distrito de Cheto; y por el oeste con el distrito de San Francisco de Daguas y el distrito de Sonche.



**Figura 1.** Mapa geográfico del distrito de Molinopampa, región de Amazonas

El distrito de Molinopampa se encuentra ubicado a 42 km de la parte este de la ciudad de Chachapoyas, región Amazonas. Tiene una extensión territorial de 333,86 km<sup>2</sup> y se encuentra a una altitud de 2421 m.s.n.m, en la latitud 06°12'20" Sur y la longitud 77°40'06" Oeste; con una temperatura promedio anual de 14,5 °C y una precipitación promedio anual de 1200 mm/año.

### 2.2. Población y muestra

Estuvieron representado por todos sistemas silvopastoriles compuestos con aliso, pino, ciprés y pona como componente arbóreo y como forraje verde las especies herbáceas del distrito de Molinopampa. Para la identificación de estas especies forestales, se realizó con información existente de anteriores investigaciones

desarrolladas en la zona por Oliva (2016c), quien menciona que dichas especies forestales son las más comunes y las más utilizadas en la zona por los productores como componente forestal en sistemas silvopastoriles.

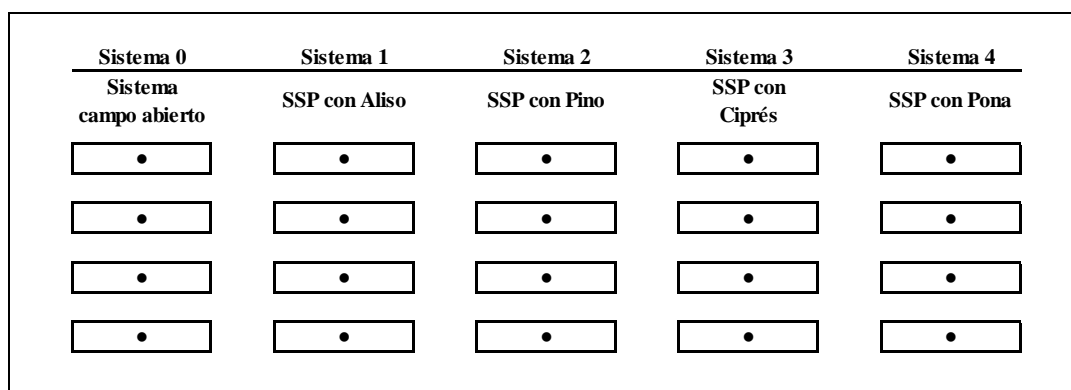
La muestra estuvo conformada por cinco sistemas; con cuatro repeticiones, haciendo un total de 20 parcelas; donde cada parcela fue de 4 metros cuadrados (2 m x 2 m); además, al momento de la instalación de las parcelas se cortó todo el componente forrajero (CF) a una altura de 5 cm, para tener homogeneidad de edad de corte del CF al momento de la recolección de muestras como productividad, materia seca y composición nutricional en época de verano.

### 2.3. Identificación de las parcelas

Se evaluó cinco sistemas los cuales son considerados como muestras independientes y en cada sistema se midió cuatro repeticiones por una unidad de producción; estas evaluaciones se realizaron únicamente en la época seca. En la Tabla 1, se estableció los sistemas objeto de estudio de la investigación y en la Figura 2, se presenta un plano de campo que identificó la distribución de las repeticiones por cada sistema.

**Tabla 1.** Sistemas de producción en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas.

Sistemas	Descripción
S0	Sistema campo abierto
S1	Sistema silvopastoril con Aliso
S2	Sistema silvopastoril con Pino
S3	Sistema silvopastoril con Ciprés
S4	Sistema silvopastoril con Pona



**Figura 2.** Esquema de los sistemas producción en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas.



Se identificó los arreglos para cada sistema considerándose para el pino y el aliso un arreglo silvopastoril en franjas; para el ciprés un arreglo silvopastoril en cercas vivas y la pona un arreglo silvopastoril en arboles dispersos; además un sistema a campo abierto que permitió evaluar las variables contempladas en la presente investigación. Las parcelas estuvieron ubicadas en la intersección de 2 metros fuera del fuste y a la altura de la copa del árbol.

#### **2.4. Evaluación la composición florística en sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto**

Se tomaron muestras en cada parcela demostrativa con la ayuda de un cuadrante a los 60 días de edad del componente forrajero; la misma que se identificó las especies herbáceas que se encontraban dentro del cuadrante en cada uno de los sistemas establecidos; posteriormente se hizo la separación por grupos de gramíneas, leguminosas, malezas que existió en el componente forrajero; finalmente estas cantidades fueron llevados a proporciones relativas (porcentajes); según la metodología de Claver et al., (1991) citado por Condori y Choquehuanca, (2001); así mismo para la identificación de especies se realizó con la ayuda de estudios preliminares realizados en la zona por Vázquez et al., (2016) y Oliva et al., (2017) el cual sirvió como una guía.

#### **2.5. Análisis de la productividad y composición nutritiva del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto**

##### **a. Productividad de forraje verde (FV)**

Para la evaluación de la productividad, se utilizó un cuadrante que fue elaborado a base madera, éste fue lanzado al azar dentro del área de pastos, luego se procedió a cortar el material vegetativo de cada unidad experimental a una edad de 60 días del componente forrajero; se tomaron 4 submuestras por cada parcela simulando el consumo del animal a una altura mínima de 5 cm del suelo, luego fueron pesados en una balanza digital para determinar el peso total por metro cuadrado; posteriormente estos rendimientos fueron expresados en kilogramos por metro cuadrado ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) y proyectados a toneladas por hectárea ( $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), según la metodología descrita por (Toledo, 1982).

## b. Análisis proximal del forraje:

Se recolectó una muestra representativa de 0,5 kg del componente forrajero por cada unidad experimental, previamente se mezcló todo el componente forrajero de cada parcela para extraer la cantidad indicada; el cual se colocó en bolsas de papel debidamente identificado y posteriormente fue enviado al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de los Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM); a continuación se describe con más detalle la metodología y el equipo utilizado en cada parámetro analizado (Tabla 2).

**Tabla 2.** Metodología y equipos utilizados para el análisis del componente forrajero

Parámetro	Metodología	Equipo
<b>Humedad</b>	AOAC 925.09 (AOAC, 1996)	Estufa (ECOCELL) MMM Medcenter Einrichtungen GmbH, Procedencia: Alemania.
<b>Energía</b>	Calorimetría	Bomba Calorimétrica (PARR INSTRUMENT), Modelo 6200 con Procedencia USA
<b>Proteína</b>	AOAC, 928.08 (AOAC, 2012)	Kjeldahl, JP SELECTA, PRO NITRO A, España
<b>Fibra cruda</b>	AOAC 962.09 (AOAC, 1990b)	Equipo de digestión para la determinación de fibras, Modelo: FIWE; Marca: VELP
<b>FDN</b>	AOAC 2002.04 (Van Soest, Robertson, & Lewis, 1991), (AOAC, 2006b)	Equipo de digestión para la determinación de fibras, Modelo: FIWE; Marca: VELP
<b>FDA</b>	AOAC 973.18 descrito por (AOAC, 2006a)	Equipo DAYSY INCUBATOR, Modelo: D200L tecnología ANKOM
<b>ELN</b>	AOAC, 923.03 (AOAC, 2006c)	-
<b>Cenizas</b>	AOAC 942.05 (AOAC, 2000), (N. Thiex, Novotny, & Crawford, 2012)	Mufla digital (THERMO SCIENTIFIC), Modelo BF51732C-1; Procedencia: USA.

<b>Extracto etéreo</b>	AOAC 920.39 (AOAC, 1990a), (N. J. Thiex, Anderson, & Gildemeister, 2003)	Soxhlet, J.P. Selecta S. A., Det-Gras N, España
<b>Digestibilidad invitro de MS</b>	Daisy II-ANKOM	Equipo DAYSY INCUBATOR, Modelo: D200L tecnología ANKOM

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de los Alimentos, UNTRM

### **Materia seca (MS)**

Se empleó las mismas muestras utilizadas y pesadas para la obtención de materia fresca, el cual se pesó 100 g de forraje verde en una balanza digital y se colocó en una caja pequeña de papel aluminio que posteriormente fue colocado en la estufa a 65°C hasta tener un peso constante de la muestra; una vez conseguido el peso constante, se retiró de la estufa y se determinó el porcentaje de materia seca por diferencia de pesos, según la metodología propuesta por la Asociación Oficial de Químicos Analíticos (AOAC) código 925.09, (1996).

### **2.6. Evaluar la calidad del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto.**

Para determinar la calidad del componente forrajero se realizó en función a la ecuación propuesta por Fundación Española para el Desarrollo y Nutrición Animal (FEDNA). Este índice supone una valoración objetiva de la calidad del forraje y permite la clasificación de los forrajes en calidades de Excelente (>151), Primera (125-151), segunda (103-124), Tercera (87-102), Cuarta (75-86) y Quinta (>75).

$$VRF \% = \frac{[(88,9 - (0,779 \times FAD\%)) \times (120 / FND\%)]}{1,29}$$

Donde:

VRF= Valor relativo del forraje

FAD: Fibra detergente acida

FDN: Fibra detergente neutra

## 2.7. Análisis estadístico

Los análisis de los datos se realizaron mediante un Diseño Completamente al Azar con el siguiente modelo:

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

$Y_{ij}$ = Variables en estudio.

$\mu$ = efecto del medio verdadero (Producción de pasturas).

$\tau_j$ = Es el efecto verdadero del i-ésimo tratamiento (Sistemas).

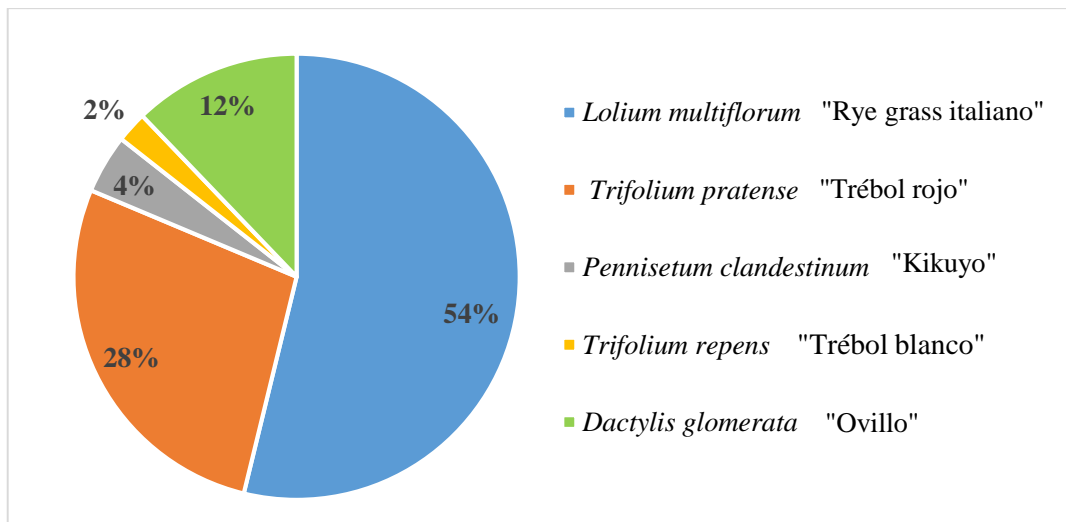
$\varepsilon_{ij}$ = Es el efecto verdadero de la j-ésimo unidad experimental i-ésimo tratamiento (Error Experimental).

Constituido por 5 sistemas (sistema campo abierto, sistema silvopastoril con aliso, pino, ciprés y pona) con 4 repeticiones por cada sistema; en dicho análisis se consideró que los productores tengan un sistema silvopastoril homogéneo garantizando la uniformidad del material experimental; evaluándose la composición florística, productividad del componente forrajero (forraje verde y materia seca); composición nutricional (energía, proteína, fibra cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, grasa, cenizas y digestibilidad in vitro de materia seca) y calidad nutritiva del componente forrajero; para ello se elaboró una matriz de datos usando Microsoft Excel 2010® y posteriormente se realizó el análisis en el programa SPSS versión 15.0; donde se realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia de  $p < 0,05$  y las comparaciones múltiples de medias encontradas mediante (Duncan y Tukey).

### III. RESULTADOS

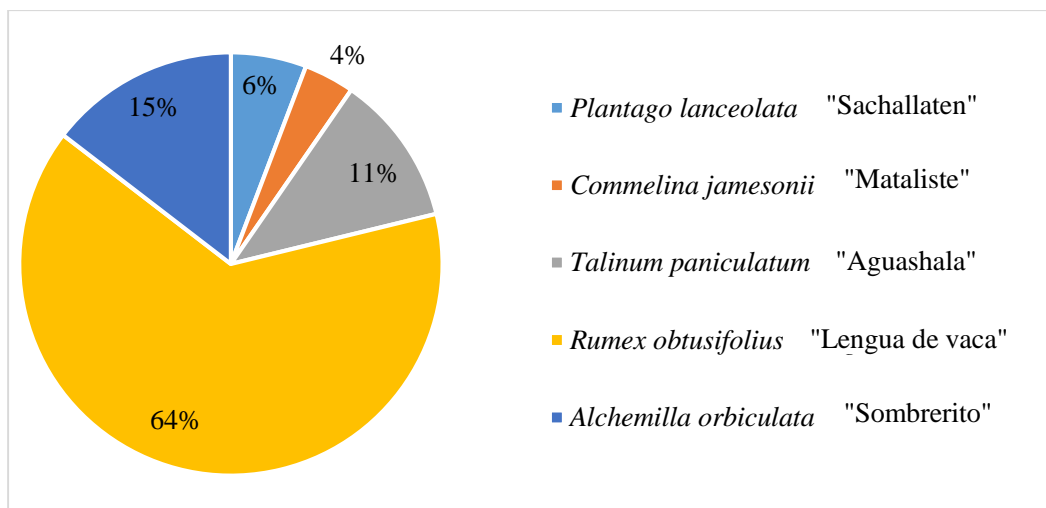
#### 3.1. Composición florística de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas.

En la Figura 3, se observa que en el sistema silvopastoril con aliso (*Alnus acuminata*), la composición de especies herbáceas forrajeras estuvo constituida por un mayor porcentaje de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) con un 54%, seguido del trébol rojo (*Trifolium pratense*) con 28% y pasto ovinillo (*Dactylis glomerata L.*) con 12%.



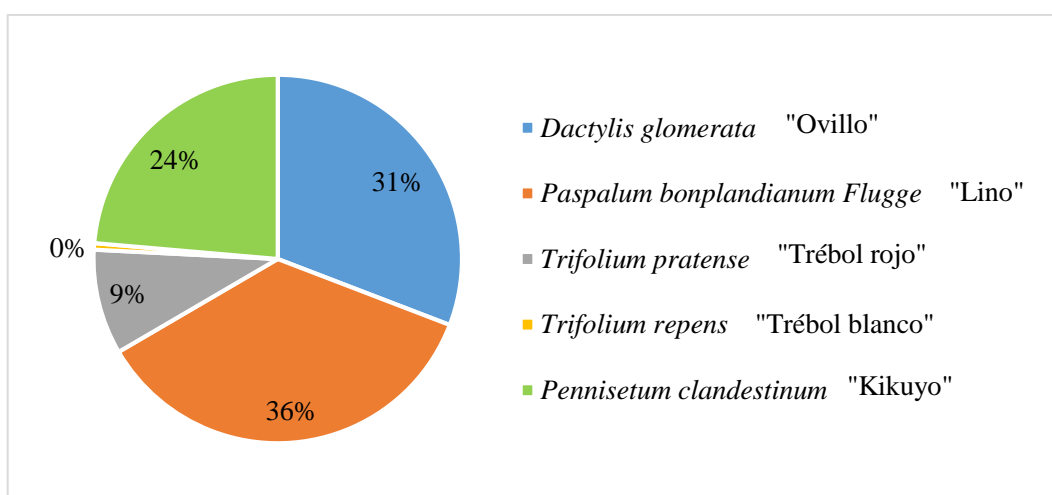
**Figura 3.** Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por *A. acuminata* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

La Figura 4, muestra la composición de malezas en el sistema silvopastoril con aliso (*A. acuminata*), estuvo constituida un mayor porcentaje por lengua de vaca (*Rumex obtusifolius*) con un 64%, seguido por Sachallanten (*Plantago lanceolata*) con 15%.



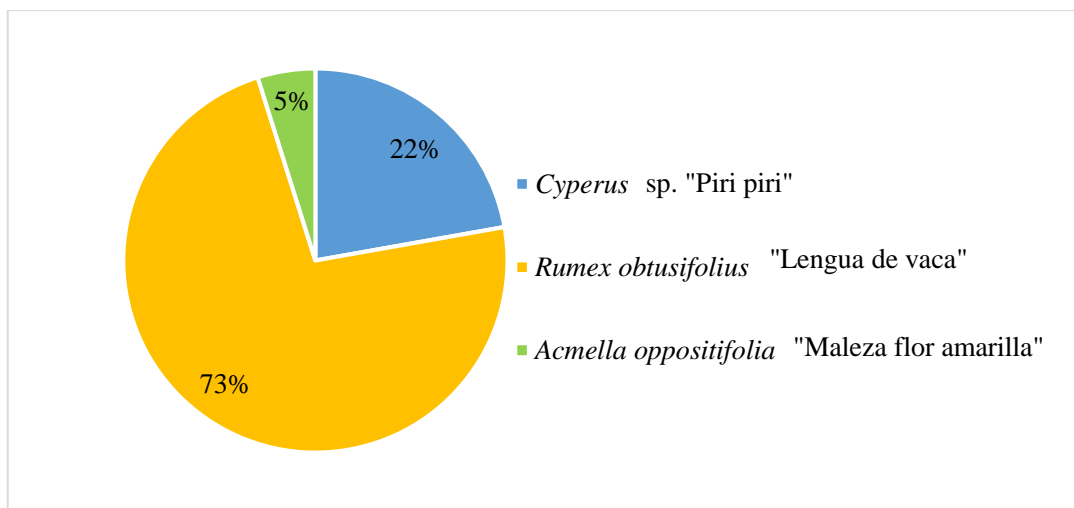
**Figura 4.** Malezas en el sistema silvopastoral con *A. acuminata* en la Microcuenca de Molinopampa, región de Amazonas

En la Figura 5, se observa que en el sistema silvopastoral con pino (*Pinus patula*), la composición de especies herbáceas forrajeras se muestra constituida por un mayor porcentaje Lino (*Paspalum bonplandianum flugge*) con un 36% seguido del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata*) con el 31% y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con 24%.



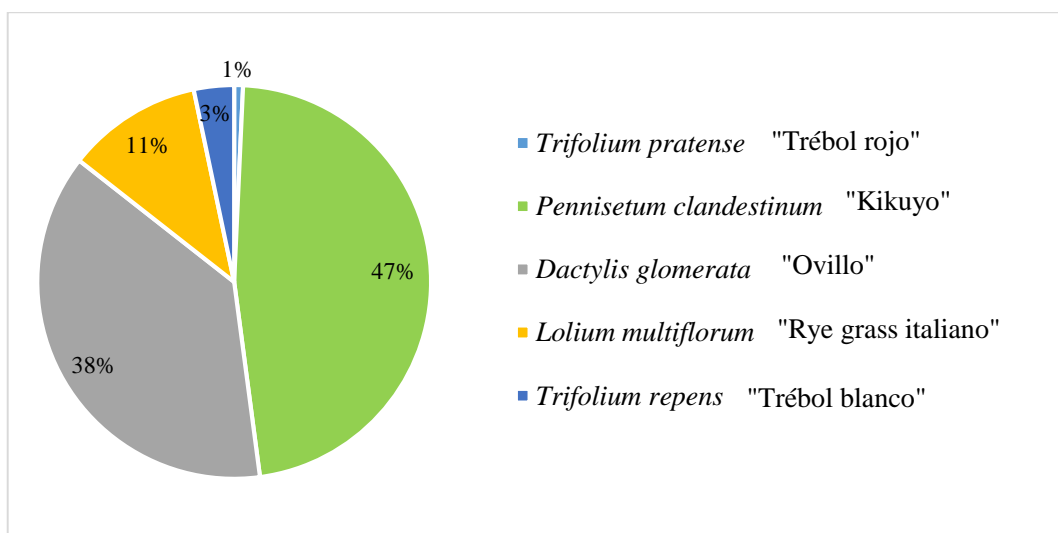
**Figura 5.** Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por *P. patula* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

En la Figura 6, muestra la composición de malezas en el sistema silvopastoral con pino (*P.patula*), estuvo constituida un mayor porcentaje por lengua de vaca (*Rumex obtusifolius*) con un 73%, seguido por Piri piri (*Cyperus* sp.) con 22%.



**Figura 6.** Malezas en el sistema silvopasatoril con *P. patula* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

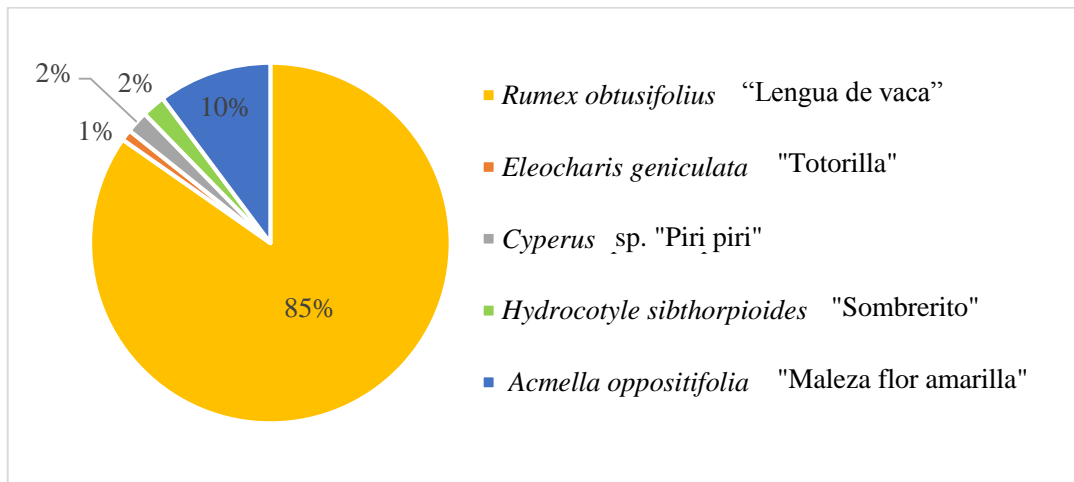
En la Figura 7, se observa que en el sistema silvopastoril con ciprés (*Cupressus lusitánica*), la composición de especies herbáceas forrajeras se muestra constituida por un mayor porcentaje kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) con 47%, seguido de pasto Ovillo (*Dactylis glomerata*) con 38% y Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) con un 11%.



**Figura 7.** Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por *C. lusitánica* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

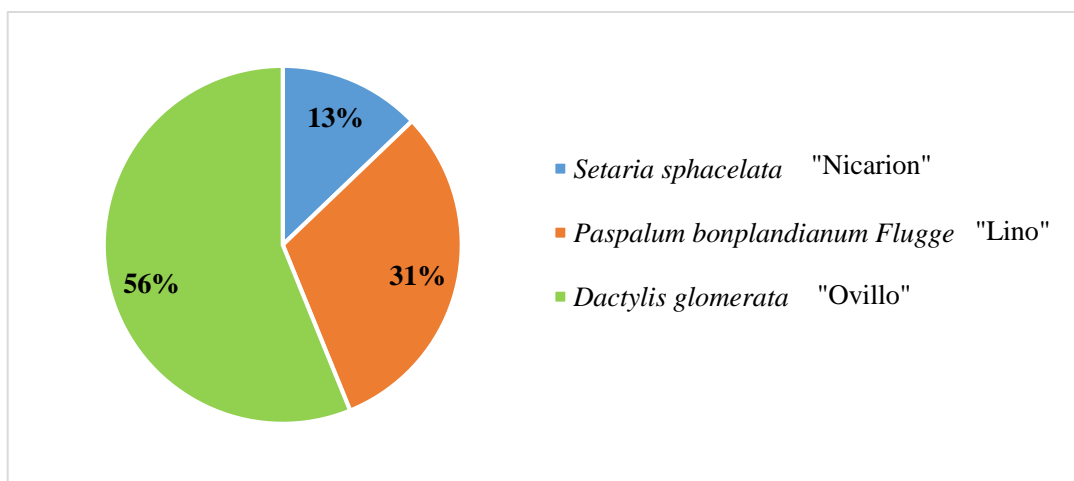
En la Figura 8, muestra la composición de malezas en el sistema silvopastoril con ciprés (*C. lusitánica*), estuvo constituida un mayor porcentaje por lengua de vaca

(*Rumex obtusifolius*) con un 85%, seguido por Maleza de flor amarilla (*Acmella oppositifolia*) con 10%.



**Figura 8.** Malezas en el sistema silvopasatoril con *C. lusitánica* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

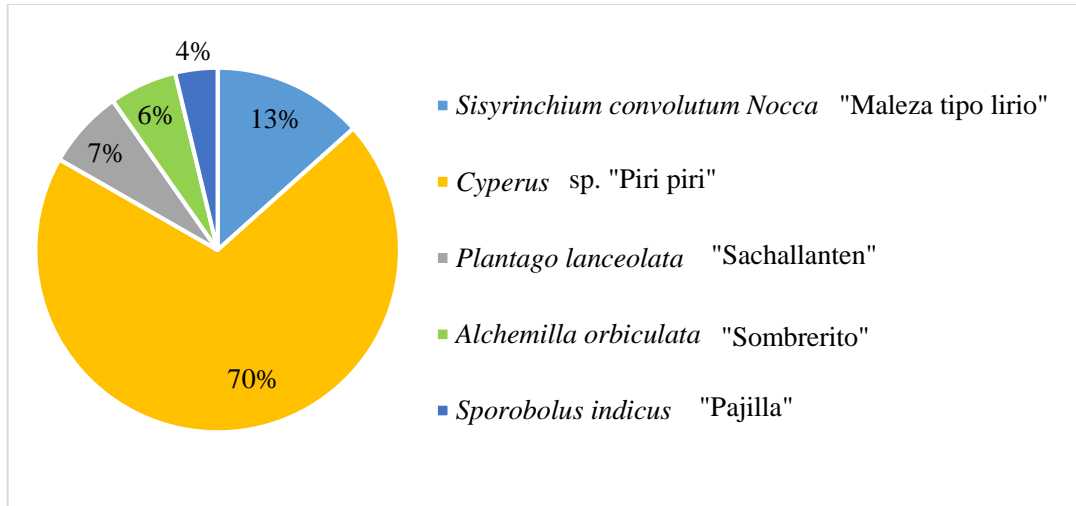
En la Figura 9, se observa que en el sistema silvopastoril con pona (*Ceroxylon quindiuense*), la composición florística de especies herbáceas forrajeras se muestra constituida por un mayor porcentaje de pasto ovilla (*Dactylis glomerata*) con 56%, seguido de Lino (*Paspalum bonplandianum Flugge*) con un 31%.



**Figura 9.** Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas silvopastoriles compuestos por *C. quindiuense* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

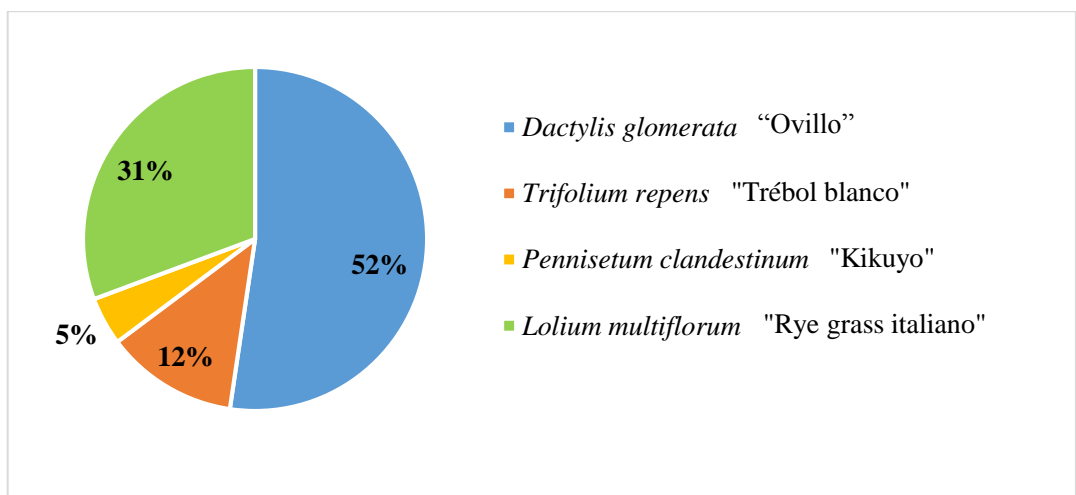


En la Figura 10, muestra la composición de malezas en el sistema silvopastoril con pona (*C. quindiuense*), estuvo constituida un mayor porcentaje por lengua de vaca (*Cyperus* sp.) con un 70%, seguido por (*Sisyrinchium convolutum nocca*) con 13%.



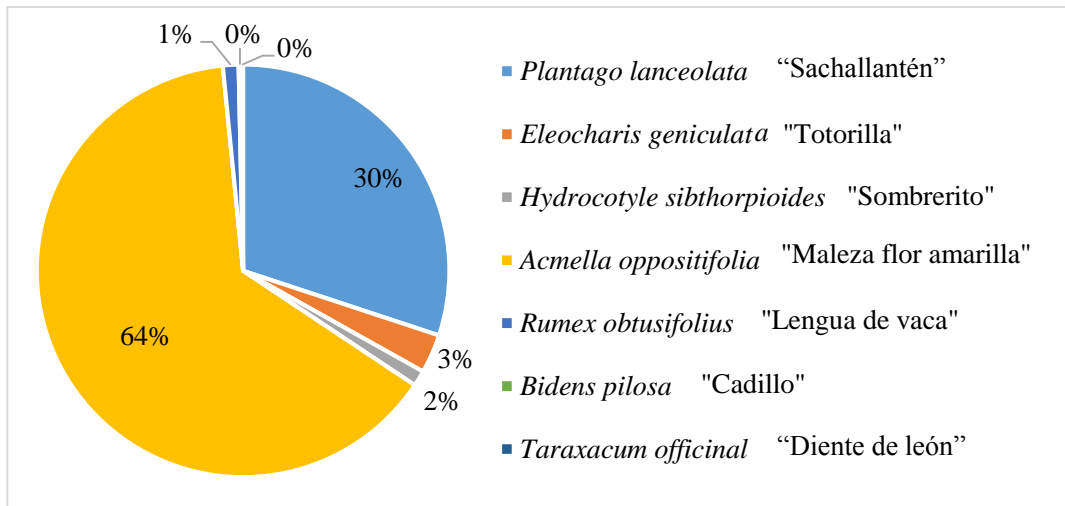
**Figura 10.** Malezas en el sistema silvopastoril con *C. quindiuense* en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

En la Figura 11, se observa que en el sistema campo abierto, la composición florística de especies herbáceas forrajeras se muestra constituida por un mayor porcentaje de pasto ovido (*Dactylis glomerata*) con 52%, seguido de Rey grass italiano (*Lolium multiflorum*) con 31%.



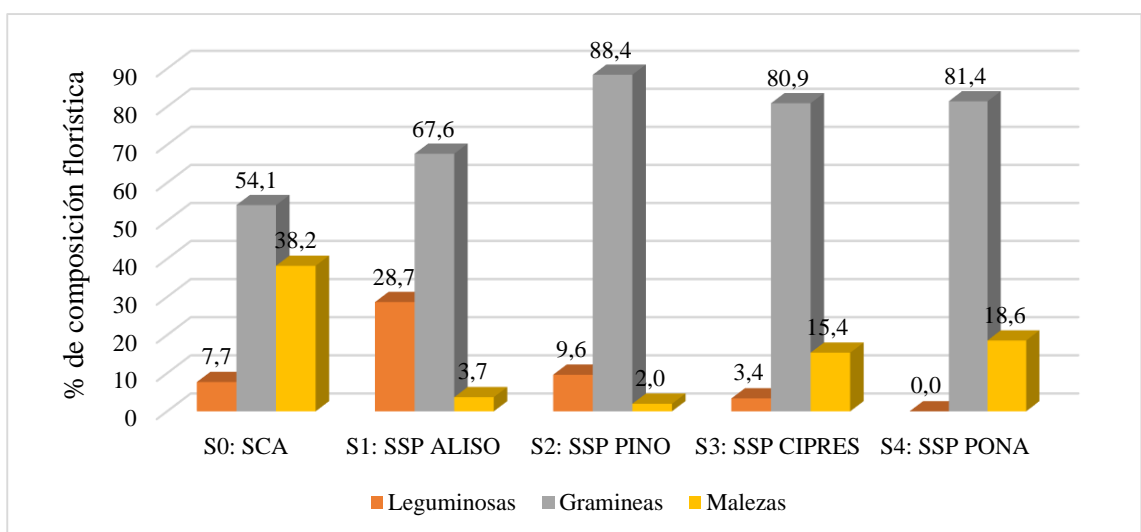
**Figura 11.** Composición florística de especies herbáceas forrajeras en sistemas campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

En la Figura 12, muestra la composición de malezas en el sistema campo abierto, estuvo constituida un mayor porcentaje por Maleza de flor amarilla (*Acmella oppositifolia*) con 64%, seguido de lengua de vaca (*Rumex obtusifolius*) con un 30%.



**Figura 12.** Malezas del sistema campo abierto en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

En la figura 13, se observa la composición florística del componente forrajero, donde el S1 obtuvo el mayor porcentaje de leguminosas 28,7% en comparación a los demás sistemas; así mismo el S2 presentó el mayor contenido de gramíneas (88,4%), sin embargo, el S0 tuvo el mayor contenido de malezas 38,2% respecto a los demás sistemas.



**Figura 13.** Composición florística del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

### 3.2. Productividad y composición nutritiva de las especies de pastos que integran los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto

#### 3.2.1. Productividad del Forraje verde (FV)

En la Tabla 5, se muestra los resultados del rendimiento de forraje verde y materia seca (tn.ha<sup>-1</sup>.corte), respecto a los valores promedios de forraje verde el S0 (9,28) y S1 (10,84) muestran los mayores rendimientos, sin embargo el S2 (2,4) y S4 (5,3) muestran los menores rendimientos (p<0,05). Además, en rendimientos promedios de materia seca se muestra que los sistemas S0 (2,1), S1 (2,1), S3 (1,7) y S4 (1,6) son similares estadísticamente (p<0,05); sin embargo, el S2 (0,6) muestra diferencia significativa (p<0,05).

**Tabla 3.** Rendimiento de forraje verde y materia seca en los diferentes sistemas de producción en época seca en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.

SISTEMA	Fv (tn.ha <sup>-1</sup> .corte)	MS (tn.ha <sup>-1</sup> .corte)
S0: SCA	9,8 ± 0,75 <sup>ab</sup>	2,1 ± 0,15 <sup>a</sup>
S1: SSP ALISO	10,8 ± 1,07 <sup>a</sup>	2,1 ± 0,16 <sup>a</sup>
S2: SSP PINO	2,4 ± 0,31 <sup>d</sup>	0,6 ± 0,14 <sup>b</sup>
S3: SSP CIPRES	7,7 ± 2,39 <sup>bc</sup>	1,7 ± 0,29 <sup>a</sup>
S4: SSP PONA	5,3 ± 1,34 <sup>cd</sup>	1,6 ± 0,49 <sup>a</sup>

Promedio con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según el test de Tukey (p<0,05).

#### 3.2.2. Composición nutritiva del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y el sistema campo abierto

##### a. Materia seca (MS)

En la Tabla 6, se muestran los resultados de materia seca donde el S2 (25,6%), S3 (23,2%) y S4 (30,6) mostraron los mayores valores de materia seca; sin embargo; el S0 (21,0%) y S1 (19,1%) presentaron los valores inferiores, evidenciándose diferencias estadísticas significativas entre los sistemas (p<0,05).

### **b. Energía Bruta (EB)**

No se evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) entre los sistemas; sin embargo, el S2 ( $4575 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ), S3 ( $4518 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ) y S4 ( $4544 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ) muestran una superioridad numérica con respecto al S0 ( $4392 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ) y S1 ( $4390 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ). Posiblemente esto se deba al mayor porcentaje de gramíneas encontrados en los sistemas, Figura 13.

### **c. Proteína (P)**

En la Tabla 6, se muestran los resultados de proteína, evidenciándose que el S0 (14,17%), S1 (16,50%), S2 (15,87%) y S3 (13,73%) presentaron los mejores niveles de proteína, sin embargo, no se evidenció diferencias estadísticas entre sistemas mencionados ( $p > 0,05$ ); además, el S1 presenta una ligera superioridad de proteína respecto a los demás sistemas; el S4 presentó el valor más bajo de proteína respecto a los demás sistemas ( $p < 0,05$ ). El mayor promedio de proteína en el S1 posiblemente se deba al mayor contenido de leguminosas en dicho sistema, Figura 13.

### **d. Fibra cruda (FC)**

En los valores promedios de fibra cruda en la Tabla 6, se evidenció diferencias estadísticas significativas, en el cual el S0 (21,89%) mostró el mejor promedio en comparación a los demás sistemas en estudio ( $p < 0,05$ ). Además, en los sistemas que involucran especies arbóreas S1 (28,18%), S2 (28,58%), S3 (28,77%) y S4 (27,74%), no evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ).

### **e. Fibra detergente neutra (FDN)**

En la Tabla 6, se muestran los resultados de FDN, donde S0 (48,43%), S1 (49,78%) y S3 (52,54%) tuvieron los mejores promedios en comparación a los

demás sistemas. Sin embargo, el S2 (57,34%) y S4 (62,93%) evidenciaron los valores más bajos ( $p < 0,05$ ).

**f. Fibra detergente acida (FDA)**

En la Tabla 6, se muestran los resultados de FDA donde el S0 (27,3%), S1 (27,65%), S2 (30,49%) y S3 (28,05%) presentaron los mejores promedios; sin embargo, existió diferencias estadísticas significativas en comparación al S4 (33,98%), siendo este último el peor promedio ( $p < 0,05$ ).

**g. Digestibilidad *invitro* de materia seca (DIVMS)**

En la Tabla 6, se muestran los valores de DIVMS, en el cual observa que los sistemas S0 (77,79%) y S1 (69,19%) presentan los mejores valores de digestibilidad; además se evidencia que el S0 presenta una ligera superioridad en comparación a al S1; sin embargo, los sistemas S2 (58,13%) y S4 (52,54%) presentan los promedios más bajos de digestibilidad, evidenciándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ).

**h. Grasa**

Respecto al contenido de grasa los sistemas S0 (2,07%), S1 (1,94%), S2 (2,01%), S3 (2,19%) presentaron los mejores promedios, pero no evidenciaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ); sin embargo, el S4 (1,54%) presentó el promedio más bajo de grasa; evidenciándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) respecto a los demás sistemas.

**i. Cenizas**

En la Tabla 6, se presentan valores de cenizas donde no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre los sistemas; sin embargo,

se muestra ligera superioridad numérica el S3 (9,29%) respecto a los demás sistemas S0 (8,91%), S1 (8,26%), S2 (8,13%) y S4 (7,57%).

**Tabla 4.** Calidad nutritiva del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción en época seca en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas.

ID	SISTEMAS				
	S0: SCA	S1: SSP ALISO	S2: SSP PINO	S3: SSP CIPRES	S4: SSP PONA
MS (%)	21,00±1,1 <sup>b</sup>	19,10±3,2 <sup>b</sup>	25,60±7,3 <sup>ab</sup>	23,20±5,5 <sup>ab</sup>	30,60±4,5 <sup>a</sup>
EB (kcal/Kg <sup>-1</sup> )	4392,3±159 <sup>a</sup>	4390,3±142 <sup>a</sup>	4575,0±301 <sup>a</sup>	4518,5±39,3 <sup>a</sup>	4544,3±58,9 <sup>a</sup>
P (%)	14,17±0,5 <sup>ab</sup>	16,50±1,5 <sup>a</sup>	15,87±3,7 <sup>ab</sup>	13,73±2,3 <sup>ab</sup>	12,30±2,2 <sup>b</sup>
FC (%)	21,89±1,5 <sup>a</sup>	28,18±3,1 <sup>b</sup>	28,58±2,4 <sup>b</sup>	28,77±2,1 <sup>b</sup>	27,74±2,1 <sup>b</sup>
FDN (%)	48,43±3,7 <sup>a</sup>	49,78±3,7 <sup>a</sup>	57,34±5,8 <sup>bc</sup>	52,45±3,9 <sup>ab</sup>	62,93±2,2 <sup>c</sup>
FDA (%)	27,30±2,0 <sup>a</sup>	27,65±2,5 <sup>a</sup>	30,49±4,8 <sup>ab</sup>	28,05±1,8 <sup>a</sup>	33,98±2,9 <sup>b</sup>
ELN (%)	52,95±1,2 <sup>a</sup>	45,13±2,4 <sup>b</sup>	45,42±5,1 <sup>b</sup>	46,01±3,4 <sup>b</sup>	50,85±1,3 <sup>a</sup>
DIVMS (%)	77,79±2,7 <sup>a</sup>	69,19±4,8 <sup>ab</sup>	58,13±7,0 <sup>c</sup>	67,17±7,6 <sup>b</sup>	52,54±6,1 <sup>c</sup>
EE (%)	2,07±0,2 <sup>a</sup>	1,94±0,1 <sup>a</sup>	2,01±0,2 <sup>a</sup>	2,19±0,2 <sup>a</sup>	1,54±0,3 <sup>b</sup>
CEN (%)	8,91±0,3 <sup>a</sup>	8,26±0,9 <sup>a</sup>	8,13±1,9 <sup>a</sup>	9,29±0,6 <sup>a</sup>	7,57±0,8 <sup>a</sup>

Promedio con letras diferentes (a, b y c) indican diferencias estadísticas significativas entre sistemas según el test de Duncan ( $p < 0,05$ ); MS: Materia seca, EB: Energía bruta, P: Proteína, FC: Fibra cruda, FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente ácida, ELN: Extracto libre de nitrógeno, DIVMS: Digestibilidad Invitro de materia seca, EE: Extracto etéreo y CEN: Cenizas.

### 3.2.3. Calidad del componente forrajero de los diferentes sistemas silvopastoriles y sistema campo abierto

En la Tabla 5, se presenta los índices de calidad nutritiva del componente forrajero donde se encontró que los S0 (129,90%) y S1 (125,90%) presentaron los mejores valores de calidad nutritiva en comparación a los demás sistemas, además el S4 presentó en valor más bajo de valor relativo del forraje (VRF) con 92,30%.

**Tabla 5.** Índice de calidad nutritiva del componente forrajero

Índice	S0: SCA	S1: SSP ALISO	S2: SSP PINO	S3: SSP CIPRES	S4: SSP PONA
VRF %	129,90	125,90	105,70	118,90	92,30

#### IV. DISCUSIÓN

En composición florística los datos encontrados en la presente investigación, muestran que S1 presentó el mayor contenido de leguminosas (28,7%) respecto a los demás sistemas; además se observó que el mayor contenido de gramíneas presentaron el S2, S3 y S4; sin embargo, el S0 se encontró la mayor cantidad de malezas (28,2%) en comparación al S1 (3,7%), S2 (2,0%), S3 (15,4%) y S4 (18,6%). Estos resultados coinciden con el reporte de Vásquez et al., (2016a), donde encontró que los sistemas silvopastoriles presentan menos malezas (22,1%) en comparación al sistema campo abierto (41,3%). Posiblemente el menor contenido de malezas en los SSP se deba a la acción física del componente arbóreo el cual limita el transporte de semillas por acción del viento.

El S1 (sistema silvopastoril con aliso) presentó especies herbáceas forrajeras compuestas en su mayoría por Rye grass italiano con un 54%, seguido de Trébol rojo con 28%, Ovillo con 12% y kikuyo con 4%; para el S0 (Sistema campo abierto) se encontró trébol 12%, kikuyo 5%, Ovillo 52% y Rye grass 31%; siendo especies similares a los reportes encontrados por Oliva (2016c), en sistema silvopastoril que fueron kikuyo 38%, trébol 6% y Ovillo 26%; y para el sistema campo abierto, trébol 16%, kikuyo 14%, ovillo 19% y Rye grass 5%; sin embargo, variando en el porcentaje de cada especie.

En el S2 (sistema silvopastoril con pino) las especies herbáceas forrajeras estuvo constituido por el 36% de "*Paspalum bonplandianum* Flugge", 31% de "*Dactylis glomerata*", 24% de "*Pennisetum clandestinum*" y 9% de "*Trifolium pratense*"; siendo similar al reporte de Oliva et al., (2017); en "*Pennisetum clandestinum*" (38%), "*Trifolium pratense*" (6,6%), pero superior en "*Dactylis glomerata* L" (18,9%) y "*Paspalum bonplandianum* Flugge" (3,3%). Además, en este estudio se encontró 3 especies de malezas como "*Rumex obtusifolius*" (73%), "*Cyperus sp.*" (22%) y "*Acmella opositifolia*" (5%); siendo inferior al reporte de Oliva et al., (2017), quien encontró 9 especies de malezas, entre ellas las principales fueron: "*Cupea strigulosa kunth*", "*Acmella opositifolia*", "*Duchesneaindica*" y "*Rumex obtusifolius*".

En rendimiento de forraje verde se evidenció que S1 y S0 (10,8 tn.ha<sup>-1</sup>.corte y 9,8 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) presentaron los mejores rendimientos en comparación a los demás sistemas. Además, el S1: SSP con aliso, presentó una tendencia ligera de aumento de forraje comparado al S0 (Sistema campo abierto).

Promedios encontrados son diferentes a lo reportado por Oliva (2016a), en su investigación denominada “Influencia de los factores socioeconómicos y ambientales en la adopción de tecnologías silvopastoriles” quien encontró (12,8 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para SSP con aliso siendo mayor al S1; además, se evidenció una superioridad de producción el S0 comparado con SCA (6,8 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) reportado. Sin embargo, S0 es inferior a los datos reportados por Santacruz et al., (2013) y Ríos (2014), donde encontraron (13,9 y 12,8 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para sistema campo abierto; además S0 es superior a los datos reportados por Insuasti et al., (2014) y Sánchez et al., (2010), quienes presentaron valores (8,10 y 7,4 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) de forraje verde para sistema campo abierto. Así mismo, reportes de Santacruz et al., (2013), Insuasti et al., (2014) y Ríos (2014), encontraron niveles superiores de producción (19,6; 14,0 y 14,41 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para SSP con aliso comparado al S1; sin embargo, el S1 es similar a lo reportado por Sánchez et al., (2010), quienes presentaron (11, tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para el SSP. El S4 (SSP con pona) evidencia similitud comparado con reportado por Oliva et al., (2016b), donde reportaron rendimientos de (5,0 a 6,0 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) de forraje verde para el SSP con pona. Finalmente, Altamirano (2013), indica que la producción de forraje verde se ve influenciado por la densidad o espaciamiento del componente arboreo en el sistema. Posiblemente que también se ve influenciado por el tipo de especie arborea y características físico-químicas del suelo.

En materia seca se evidenció que S0 y S1 (2,06 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) presentaron mejores rendimientos en comparación a los demás sistemas; además S2 (0,61 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) presentó los rendimientos más bajos. Estos datos son inferiores a los reportados por Santacruz et al., (2013), quienes encontraron (3,9 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para el sistema campo abierto y (4,7 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para el sistema silvopastoril aliso. Sin embargo, el S0 es mayor a lo reportado Sánchez et al., (2010), en su estudio reportó (1,7 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para el sistema campo abierto; además el S1 es inferior al reporte (2,69 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) para el sistema silvopastoril con aliso. Posiblemente estos rendimientos este influenciado por el tipo de especie herbácea, como edad de corte de la pastura.



Con respecto a la materia seca del componente forrajero, se encontró que el S4 (30,60%) presentó una superioridad respecto al S0, S1, S2 y S3 con valores (21,00%, 19,10%; 25,60% y 23,20%). Valores comparados con Sánchez et al., (2010), en su estudio donde evaluaron dos tipos de sistemas: El primero un sistema campo abierto y el segundo un sistema silvopastoril, quienes encontraron (23,1%) de materia seca para ambos sistemas; siendo valores similares al S1, S2, S3 y S0; sin embargo, inferior al S4. Además, Cardenas et al., (2011) reportaron valores (29,5% MS) para el SSP con kikuyo y (28% de MS) para SCA, siendo valores superiores en comparación al S1, S2, S3 y S0; pero similar al S4. Posiblemente los niveles de MS en el presente estudio estén influenciados por el tipo de especie herbácea, arbórea y por el tipo de suelo que se presentan en estos sistemas.

En cuanto a los contenidos de energía se encontró que el S2 (4575 kcal.kg<sup>-1</sup>), S3 (4519 kcal.kg<sup>-1</sup>) y S4 (4544 kcal.kg<sup>-1</sup>) presentaron los mayores valores de energía, siendo superiores al S1 (4390 kcal.kg<sup>-1</sup>) y S0 (4392 kcal.kg<sup>-1</sup>). Estos valores son superiores a lo reportado por Rivera (2015); donde evaluó dos tipos de sistemas un SSP con pasto estrella y sistema campo abierto basado en pasto estrella encontrando valores de (4056 kcal.kg<sup>-1</sup>) y (3942 kcal.kg<sup>-1</sup>) de energía bruta respectivamente; sin embargo, son datos inferiores a lo reportado por Gviria et al., (2015); en su estudio “Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo” quienes encontraron valores (4676 kcal.kg<sup>-1</sup>) de energía para el SSP; y (4054 kcal.kg<sup>-1</sup>) de energía para sistema campo abierto siendo este valor inferior al S0. Posiblemente estos niveles de energía estén relacionados con el tipo de especie herbácea y la cantidad de gramíneas que presentan cada sistema.

En cuanto a los niveles de proteína, se encontró que el S1 (sistema silvopastoril con aliso) (16,5%) presentó una ligera superioridad de 2,3% respecto al S0 (sistema campo abierto) (14,2%). Los promedios de proteína encontrados son superiores a los reportes de Santacruz et al. (2013) y Sánchez et al., (2010), quienes obtuvieron promedios 11,41% y 14,1% para el SSP con aliso y 10,20% y 11,1% para sistema campo abierto. Sin embargo, los datos son similares a los reportados por Gualdrón y Padilla (2011), quienes reportan valores de 15,61% para SSP con aliso y 15,51% para el sistema campo abierto. Sin embargo, situación diferente a los reportes de

Insuasti et al., (2014), donde encontraron un ligero incremento de la proteína en sistema campo abierto (12,5%) de (1,25%) respecto al SSP con aliso (11,25%). Además, datos encontrados por Cardenas et al., (2011), en su investigación muestran 14,9% de proteína para el SSP con sauco mas kikuyo siendo inferior en comparacion al S1 y S2; y 13,9% de proteína para sistema campor abierto que comparado con el S0 evidencia similitud. El aumento de proteína del componente forrajero en el SSP con aliso posiblemente se deba a que es una especie arbórea fijadora de nitrógeno haciéndole disponible para el suelo (Botero y Russo, 1998), además mediante su sistema radicular extendido y profundo aumenta el área disponible de captura de nutrientes, esto lo corrobora (Villagaray y Bautista, 2011).

Valores promedios encontrados de FDN para S0 (48,43%) son similares a los reportes de Gualdron y Padilla (2011), quienes encontraron niveles de 52,38% para sistema campo abierto, ademas reportaron (46,46%) para el SSP siendo valor inferior a nuestros sistemas que involucran especies arboreas S1 (49,78%), S2 (57,34%), S3 (52,54%) y S4 (62,93%). Sin embargo, son datos inferiores a los reportados por Cardenas et al., (2011) y Piloni y Lacorte (2014), quienes obtuvieron promedios de (66,7%) y (63,1%) de FDN para el SSP y (62,10%) y (68,40%) de FDN para sistema campo abierto. Además, Sánchez et al., (2010) encontraron valores de (60,04%) de FDN para el SSP siendo similar al S2 y S4; pero dato mayor al S1; así mismo el sistema campo abierto presentó el (57,38%) de FDN siendo superior al S0. Giraldo y Bolivar (1999), reportaron valores de (70,10%) de FDN para el sistema campo abierto, siendo superior S0 y (48,20%) de FDN para SSP comparado con el S1 evidencia similitud. Estos contenidos de FDN posiblemente se deba al tipo de especie herbacea presente en los sistemas y a la edad de corte del pasto.

Valores promedios de FDA para S0 (27,30%), S1 (27,65%), S2 (30,49%) y S3 (28,05%) son superiores a los reportados por Gualdron y Padilla (2011), quienes encontraron niveles de (23,44%) para sistema campo abierto y (19,35 %) para el SSP. Sin embargo, datos inferiores a los reportados por Cardenas et al., (2011) y Piloni y Lacorte (2014), quienes obtuvieron promedios de (39,20%) y (36,10%) par sistema campo abierto y (44,20%) y (34,20%) para el SSP. Además, se evidencia

una similitud con los reportes de Sánchez et al., (2010), en su estudio quienes encontraron valores de (28,57%) para SSP y (29,31%) para sistema campo abierto. Así mismo, Giraldo y Bolivar (1999), reportaron valores de (34,7%) para sistema campo abierto siendo mayor al S0 y (27,00%) para el SSP similar al S1.

Los valores encontrados en el presente estudio de digestibilidad *Invitro* de materia seca, se observó que los sistemas S0 (77,79%) y S1 (69,19%) presentaron los mejores datos de digestibilidad. Datos superiores a los obtenidos por Giraldo y Bolivar (1999), quienes reportaron una digestibilidad (51,3%) para SCA y (47,80%) para SSP. Sin embargo, Gualdron y Padilla (2011), presentaron (71,15%) de digestibilidad para SSP siendo similar al S1; además, encontró (70,61%) de digestibilidad forrajera SCA, dato inferior al S0. Así mismo, Dimarco (2011), menciona que la digestibilidad es el parámetro principal que define la calidad del forraje y esto puede variar como respuesta al medio ambiente (épocas), y a las características intrínsecas del forraje. Además, Galindo et al., (2009) citado por Milera (2013), sostiene que con el aumento del 1% de digestibilidad de los forrajes se producen 4.32 microlitros menos de metano por kg de materia seca.

Respecto a los valores encontrados de extracto etéreo el S3 (2,19%) muestra una ligera superioridad sobre los demás SSP y SCA (2,07%). Estos datos son diferentes a los reportes por Gaviria et al., (2015); donde encontraron valores de (2,74%) de grasa para SSP y (1,72%) de extracto etéreo para sistema campo abierto. Sin embargo, valores superiores a los reportes de Rivera (2015), quien encontró valores de (1,58%) para SSP y (1,46%) para SCA. Los diferentes niveles de extracto etéreo posiblemente estén influenciados por el tipo de especies herbáceas que lo conforman cada sistema.

Los valores encontrados en la presente investigación para cenizas no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ) entre los sistemas en estudio; sin embargo, el S3 (9,29%) y S0 (8,91%), muestran una tendencia de ligera superioridad respecto a los demás sistemas. Estos datos son diferentes a los reportados por Gaviria et al., (2015), en su estudio donde encontraron valores de (7,83%) para el SSP siendo inferior al S3 y (13,3%) para sistema campo abierto,

superior al S0; sin embargo, resultados inferiores a los publicados por Rivera (2015), quien reportó valores de (10,76%) para el SSP y (11,83%) para sistema campo abierto.

Los índices encontrados en el presente estudio respecto a la calidad del componente forrajero se observó que el S0 (129,9%) y S1 (125,9%) presentaron los mejores valores de calidad nutritiva en comparación a los demás sistemas; según la clasificación emitida por la Fundación para el desarrollo y nutrición animal (FDNA), dichos índices se encuentran clasificados como un forraje de primera calidad por estar dentro de los rangos (125-152%), además el S4 presentó en valor relativo del forraje (VRF) de 92,3% más bajo en comparación a los demás sistemas, encontrándose dentro de los rangos (87- 102%), siendo un forraje de tercera calidad. Esto se debe al que el componente forrajero del S4 tiene los mayores niveles de FDN (62,9%) y FDA (34,0%). Según Redfearn et al., (2004); indica que VFR es uno de los indicadores de la calidad del forraje y este mientras sean los valores más altos es de mejor calidad; además, Ronnenkamp y Hay (2005) indican que los valores VFR están relacionados con FDN (parte estructural de la planta que permite predecir la ingestión) y FDA (determina el valor energético de la ración y la digestibilidad de los forrajes), siendo estos factores limitantes para la producción.

## V. CONCLUSIONES

En la composición florística se encontró que el S1 (Sistema silvopastoril con aliso) presentó el mayor contenido de leguminosas (28%) en comparación a los demás sistemas, así mismo, fue el sistema que presentó los valores más bajos en cuanto al contenido de malezas (3,7%) después del sistema silvopastoril con pino (2%); sin embargo, el S0 (Sistema campo abierto) presentó el mayor contenido de malezas (38%) en comparación a los sistemas silvopastoriles.

El componente forrajero asociado al SSP con aliso (*A. acuminata*), (10.9 tn.ha<sup>-1</sup>.corte) presentó un mayor rendimiento de forraje verde en comparación a los demás sistemas de producción. Respecto a la composición nutricional del forraje, se evidenció un incremento del 2,3% de proteína del SSP con aliso en comparación al sistema campo abierto. El SSP con aliso registró los valores más bajos de FDA: 49,8% y FDN: 27,7% por ende una mejor digestibilidad forrajera DIV: 69,2% en comparación con los demás sistemas que involucran especies arbóreas.

El componente forrajero del SSP con aliso presentó un valor relativo clasificado como forraje de primera calidad (125,9%), en comparación a los demás sistemas que involucran especies arbóreas; considerándose importante para la alimentación animal, ya que podría verse reflejado en su productividad.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda instalar sistemas silvopastoriles con aliso (*A. acuminata*) porque se muestra como una alternativa importante desde el punto de vista forrajero para la inclusión de esta especie arbórea en sistemas de producción donde se evidencia una mejora tanto en producción y calidad nutritiva; siendo esto de gran importancia en la producción animal y económicamente favorable para el productor.

Evaluar el componente forrajero en diferentes edades de corte, así mismo en diferentes épocas, con el fin de determinar el momento óptimo de corte o pastoreo donde haya una mejor relación tanto en cantidad como en calidad nutricional.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altamirano, E. (2013). *Determinación de la productividad forrajera de un sistema tradicional de pastoreo con pasto Miel frente a un sistema silvopastoril de pasto Miel con aliso en Nanegalito*. Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990a). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed. AOAC Method 920.39. In Official Methods of Analysis of AOAC International (15th ed., p. 79). Arunton, Virginia 22201, USA.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990b). Fiber (crude) in animal feed. AOCS-AOAC Method 962.09. In Official Methods of Analysis of AOAC International (15th ed., p. 80). Arunton, Virginia 22201, USA.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1996). Moisture in Animal Feed, Method 925.09. In Official Methods of Analysis of AOAC International (16th ed.). Gaithersburg.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). Ash of Animal Feed. AOAC Official Methods 942.05. Journal of AOAC International, 857(1942), 2000.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2006a). Official methods of analysis Acid Detergent Fiber (ADF) Calculation:  $ADF = \text{cellulose plus lignin}$  - item 89. In Association of Analytical Communities (17th ed.). Gaithersburg, MD.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2006b). Official methods of analysis Neutral Detergent Fiber (NDF) Calculation:  $NDF = \text{cellulose} + \text{lignin} + \text{hemicellulose}$  - item 90. In Association of Analytical Communities (17th ed.). Gaithersburg, MD.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2006c). Official methods of analysis Available Carbohydrates Calculation:  $100 \text{ percent minus percent } (CP + \text{Ash} + \text{Crude Fat} + M + \text{Crude Fiber})$  - item 86. In Association of Analytical Communities (17th ed.). Gaithersburg, MD.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2012). Método 928.08 – “Kjeldahl method”. In G. W. Latimer (Ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC International* (19th ed., p. 5, (39.1.15)). Arunton, Virginia 22201, USA.
- Botero, R., y Russo, R. (1998). Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Obtenido de (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Botero8.htm>
- Cardenas, A., Rocha, C., y Mora, J. (2011). Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. Colombia
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2013. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*.
- Condori, E., y Choquehuanca, D. (2001). Evaluación de las características y distribución de los bofedales en el ámbito peruano del sistema TDPS. Universidad Nacional del Altiplano de Puno-Facultad de Ciencias Biológicas. 140 p.
- Dimarco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 20(240):24-30.
- Dirección General del Ordenamiento Territorial (DGOT). (2015). Cuantificación y análisis de la deforestación en la Amazonia Peruana en el periodo 2010-2011-2013-2014. Recuperado de [http://geoservidor.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Documentos/Memoria\\_Descriptiva\\_Cambios\\_Cobertura\\_Bosque\\_2014.pdf](http://geoservidor.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Documentos/Memoria_Descriptiva_Cambios_Cobertura_Bosque_2014.pdf)
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FDNA). Forrajes. Recuperado de <http://fundacionfedna.org/forrajes>.



- Giraldo, A., y Bolivar, M. (1999). Evaluación de un Sistema Silvopastoril de Acacia decurrens Asociado con pasto kikuyo Penicetum clandestinum, en Clima Frio de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de produccion animal. (Consortio para la investigacion y desarrollo de sistemas silvopastoriles) CONISILVO. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6692/1/20061127115335\\_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6692/1/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf)
- Gaviria, X., Rivera, E., y Barahona, R. (2015). Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Rev. Pastos y Forrajes*, 38(2), 194-201.
- Gualdron, E., y Padilla, E. (2011). Produccion y calidad de leche en vacas Holstein en dos arreglos silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo (*Pennicetum clandestinum*). Recuperado el 19 de Abril de 2016, de Bogota D.C. Universidad de la Salle Facultad de Zootecnia.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., y Casasola, F. (2007). Sistemas Silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y la rehabilitacion depaisajes gaanderos en Centro America. Recuperado de [http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/p\\_ibrahim.pdf](http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/p_ibrahim.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). Base de datos del sistema nacional de consulta del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), Lima, Perú.
- Insuasti, S., Silva, A., Jader, J., y Andrade, J. (2014). Producción de materia seca y calidad del pasto kikuyo P. clandestinum en diferentes niveles de fertilización nitrogenada y en asocio con aliso alnus acuminata en el trópico alto colombiano. *Anales del 1º Simposio Internacional de Arborización de pastos en Regiones Subtropicales*. Llevado a cavo por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária y Ministério da Agricultura, Pecuária e Abasteciment Brasil
- Marinidou, E., y Jiménez, G. (2010). Sistemas Silvopastoriles. Recuperado de Transferencia de un paquete tecnológico en Sistemas Silvopastoriles en el

Municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. México:  
<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Sistemas-silvopastoril.pdf>

- Mendieta, M., y Rocha, L. (2007). Sistemas Agroforestales. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/1\\_RENF08M538.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf)
- Milera, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Rev. Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3): 7-24
- Navas, A. (2007). Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. *Rev. Acovez*, 37(3):16-20
- Oliva, M. (2016a). *Influencia de los factores socioeconómicos y ambientales sobre la adopción de tecnologías silvopastoriles en los productores ganaderos del distrito de Molinopampa, Amazonas. Perú* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Oliva, M., Perez, R., Salas, R., Vasquez, H., y Corroto, F. (2016b). Efecto del *Ceroxylon peruvianum* pona sobre los diferentes sistemas de producción en la provincia de Bongará, región Amazonas. *Rev. Investigación para el desarrollo sustentable* 1(2): 40-50.
- Oliva, M., Vásquez, V., y Mestanza, V. (2016c). Efecto de los sistemas de producción sobre las características físico-químicas de los suelos del distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. *Rev. Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(1), 44-52.
- Oliva, O., Culqui, L., Leiva, S., Collazos, R., Salas, R., Vásquez, H., y Maicelo, J. (2017) Reserva de carbono en un sistema silvopastoril compuesto de *Pinus patula* y herbáceas nativas. *Scientia Agropecuaria* 8(2): 149-157.
- Piloni, J., y Lacorte, S. (2014). Producción y calidad de un pastizal en el período invernal a cielo abierto y bajo un sistema silvopastoril. *Livestock Research for Rural Development*. 26(129) Recuperado el 13 de Enero de 2018, de.: <http://www.lrrd.org/lrrd26/7/ugue26129.html>

- Ríos, R. (2014). Evaluación de sistemas silvopastoriles con especies forestales nativas y pastos mejorados en la producción de leche en la parroquia Papallacta provincia de Napo. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7559/1/tesis-021%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20244.pdf>
- Redfearn, D., Zhang, H., y Caddel, L. (2004). Interpretaciones de la calidad del forraje. División de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Universidad Estatal de Oklahoma. Estados Unidos. Obtenido de: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Rendition-7139/PSS-2117web.pdf>
- Rivera, J. (2015). Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en un Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi) y un Sistema Intensivo Convencional Orientados a la Producción de Leche Bajo Condiciones de bs – T. Recuperado de Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Anima Medellín, Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49254/1/1017132998.2015.pdf>
- Ronnenkamp, D., y Hay, C. (2005). Capítulo 8: Análisis de forrajes e inventario. *Sitio Argentino de Producción Animal* Pag, 1-19.
- Santacruz, I., Guerrero, A., y Estrada, N. (2013). Efecto del arreglo silvopastoril aliso (*AlnusAcuminata K.*) y kikuyo (*PennisetumClandestinumH.*) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. *Rev. Agroforestería Neotropical*, 1(1).
- Sánchez, L., Amado, G. M., Criollo, P. J., Carvajal, T., Roa Triana, J., Cuesta, A., . . . Barreto de Escovar, L. (2010). El Aliso (*Alnus acuminata H.B.K.*) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en tropico alto colombiano . Recuperado de [https://docuri.com/download/el-aliso-en-sistema-silvopastoril\\_59c1ce8af581710b28636c4e\\_pdf](https://docuri.com/download/el-aliso-en-sistema-silvopastoril_59c1ce8af581710b28636c4e_pdf)
- Sánchez, T., Simon, L., Lmamel, L., y López, O. (2006). Las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cuba. *Rev. Pastos y forrajes*. 29(3). p 1-9.

- Segrelles, J. (2001). Problemas Ambientales, Agricultura y Globalización en America Latina. Obtenido de *Scripta Nova* Revista Electronica de Geografía y Ciencias Sociales-Universidad de Barcelona (España): <http://www.ub.edu/geocrit/sn-92.htm>
- Serrano, E., y Ruiz, Á. (2003). Bases para un desarrollo ganadero sostenible: la consideración de la producción animal desde una perspectiva sistémica y el estudio de la diversidad de las explotaciones. Obtenido de Estudios Agrosociales y Pesqueros: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/8316/1/Mantec%C3%B3n%20et%20al.%202003%20Reg.%20311.pdf>
- Toledo, J. (1982). Manual para la Evaluación Agronómica, Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 170 p.
- Vásquez, V., Quintana, M., Silva, C., y Oliva, M. (2016a). Selección, identificación y distribución de malezas (adventicias), en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Rev. Investigación para el Desarrollo Sustentable*, 2(1), 71-79.
- Vásquez, V. (2016b). *Influencia de factores socio-económicos en la adopción de tecnologías para el mejoramiento genético de ganado vacuno, distrito Florida, Amazonas, Perú* (Tesis posgrado). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Villagaray, M., y Bautista, E. (2011). Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú. *Rev Acta Nova*, 5(2), 289-311.
- Zalapa, A., y Carranza, E. (2012). La ganadería y el desarrollo sustentable. Obtenido de *Sitio Argentino de Producción Animal* : [http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/137-Ganaderia\\_y\\_Desarrollo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/137-Ganaderia_y_Desarrollo.pdf)

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza de forraje verde (tn.ha<sup>-1</sup>.corte)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SISTEMA	4	187,18	46,795	25,06	0,000
Error	15	28,01	1,867		
Total	19	215,19			

a. R cuadrado= 0,870 (R cuadrado corregida= 0,835). CV= 46,55%

### Anexo 2. Comparaciones de medias de la productividad del forraje verde (tn.ha<sup>-1</sup>.corte)

Tukey		Subconjunto				
		N				
SISTEMAS		1	2	3	4	1
	2	4	2,4175			
	4	4	5,3350	5,3350		
	3	4		7,7225	7,7225	
	5	4			9,8250	9,8250
	1	4				10,8450
	Significación		,057	,150	,241	,826

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1,867.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

### Anexo 3. Análisis de varianza de la productividad expresado en materia seca (tn.ha<sup>-1</sup>.corte)

Fuente	gl	SC Ajust	MC Ajust	F	Valor p
SISTEMAS	4	5,648	1,412	17,701	,000
Error	15	1,196	,080		
Total	20	58,879			

a R cuadrado = 0,825 (R cuadrado corregida = 0,779). CV= 37,21%

#### Anexo 4. Comparaciones de medias de la productividad expresado en materia seca (tn.ha<sup>-1</sup>.corte)

Tukey

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
2	4	0,6100	
4	4		1,6350
3	4		1,7025
1	4		2,0575
5	4		2,0600
Significación		1,000	,067

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) =,080.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

#### Anexo 5. Análisis de varianza de materia seca del componente forrajero

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	318,9	79,72	3,45	0,034
Error	15	346,7	23,11		
Total	19	665,6			

a. R cuadrado= 0,479 (R cuadrado corregida = 0,340). CV= 24,76%

#### Anexo 6. Comparaciones de medias de la materia seca

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
1	4	19,1000	
5	4	21,0000	
3	4	23,2000	23,2000
2	4	25,6000	25,6000
4	4		30,6000
Significación		,097	,056

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 23,112.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

### Anexo 7. Análisis de varianza de energía

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	121416	30354	1,07	0,404
Error	15	423942	28263		
Total	19	545358			

a. R cuadrado= 0,223 (R cuadrado corregida = 0,015). CV= 3,78%

### Anexo 8. Comparaciones de medias de la energía

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		1	
1	4	4390,25	
5	4	4392,25	
3	4	4518,50	
4	4	4544,25	
2	4	4575,25	
Significación			,179

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 28262,800.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

### Tabla 9. Análisis de varianza de proteína

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	45,67	11,417	2,14	0,126
Error	15	80,15	5,343		
Total	19	125,81			

a. R cuadrado= 0,363 (R cuadrado corregida = 0,193). CV= 17,73%

### Anexo 10. Comparaciones de medias de la proteína

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
4	4	12,3000	
3	4	13,7350	13,7350
5	4	14,1700	14,1700
2	4	15,8725	15,8725
1	4		16,5000
Significación		,061	,139

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 5,343.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

### Anexo 11. Análisis de varianza de fibra cruda

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	134,27	33,568	6,70	0,003
Error	15	75,20	5,014		
Total	19	209,48			

a. R cuadrado= 0,641 (R cuadrado corregida = 0,545). CV= 12,28%

### Anexo 12. Comparaciones de medias de la fibra cruda

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
5	4	21,8975	
4	4		27,7400
1	4		28,1775
2	4		28,5775
3	4		28,7650
Significación		1,000	,560

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 5,014.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

### Tabla 13. Análisis de varianza fibra detergente neutra (FDN)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	567,8	141,94	8,77	0,001
Error	15	242,8	16,19		
Total	19	810,6			

a. R cuadrado= 0,700 (R cuadrado corregida = 0,621). CV= 12,05%

### Anexo 14. Comparaciones de medias de la fibra detergente neutro (FDN)

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto		
		2	3	1
5	4	48,4275		
1	4	49,7825		
3	4	52,4500	52,4500	
2	4		57,3425	57,3425
4	4			62,9275
Significación		,199	,106	,068

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 16,188.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.



**Tabla 15. Análisis de varianza de fibra detergente ácida (FDA)**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	125,7	31,431	3,51	0,033
Error	15	134,4	8,962		
Total	19	260,2			

a. R cuadrado= 0,483 (R cuadrado corregida = 0,345). CV= 12,55%

**Anexo 16. Comparaciones de medias de la fibra detergente ácida (FDA)**

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
5	4	27,2975	
1	4	27,6500	
3	4	28,0500	
2	4	30,4925	30,4925
4	4		33,9800
Significación		,184	,120

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 8.962.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.000

b Alfa = .05.

**Tabla 17. Análisis de varianza de extracto etéreo**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	0,9849	0,24622	5,38	0,007
Error	15	0,6871	0,04581		
Total	19	1,6720			

a. R cuadrado= 0,589 (R cuadrado corregida = 0,479). CV= 15,20%

**Anexo 18. Comparaciones de medias de extracto etéreo**

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto	
		2	1
4	4	1,5400	
1	4		1,9400
2	4		2,0100
5	4		2,0700
3	4		2,1950
Significación		1,000	,140

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = ,046.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

**Tabla 19. Análisis de varianza de cenizas**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	4	7,325	1,831	1,57	0,234
Error	15	17,546	1,170		
Total	19	24,871			

a. R cuadrado= 0,295 (R cuadrado corregida = 0,106). CV= 13,57%

**Anexo 20. Comparaciones de medias de cenizas**

Duncan

SISTEMAS	N	Subconjunto
		1
4	4	7,5750
2	4	8,1250
1	4	8,2550
5	4	8,9125
3	4	9,2925
Significación		,059

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1,170.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000

b Alfa = ,05.

## Resultado de análisis proximal del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción



### LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL Y BROMATOLOGIA DE ALIMENTOS ALIMENTOS- UNTRM

CLIENTE : Luis Orlando Escobar Espinoza Cel. : 969525684 Fecha : 24/12/2017

Código de Muestra	MS	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas (%)	Extracto Etéreo (%)	ELN	Energía Bruta (Cal/Kg)	FDN %	FDA %	Digest. Invitro MS%
SSP ALISO 1	19,60	18,48	24,83	8,78	1,90	46,01	4362	45,39	25,57	73,76
SSP ALISO 2	14,80	14,96	26,70	9,28	1,83	47,23	4232	52,84	29,49	70,15
SSP ALISO 3	21,20	16,65	31,88	7,79	1,93	41,75	4390	52,94	30,07	62,50
SSP ALISO 4	21,20	15,91	29,30	7,17	2,10	45,52	4577	47,96	25,47	70,36
SSP PINO 1	24,80	15,87	31,48	8,19	2,03	42,43	4391	63,53	35,50	54,06
SSP PINO 2	19,20	20,84	26,79	9,89	2,26	40,22	4249	50,54	24,84	68,24
SSP PINO 3	36,00	11,81	29,55	5,41	1,84	51,39	4857	60,36	33,17	57,19
SSP PINO 4	22,40	14,97	26,49	9,01	1,91	47,62	4804	54,94	28,46	53,02
SSP CIPRES 1	26,80	12,62	25,90	10,07	2,43	48,98	4551	55,69	29,36	63,11
SSP CIPRES 2	28,40	11,02	29,74	8,52	2,01	48,71	4470	55,60	29,62	58,77
SSP CIPRES 3	21,20	15,39	28,70	9,33	2,13	44,45	4503	47,68	25,77	75,74
SSP CIPRES 4	16,40	15,91	30,72	9,25	2,21	41,91	4550	50,83	27,45	71,04
SSP PONA 1	26,80	10,68	28,87	8,04	1,09	51,32	4460	65,08	37,71	49,80
SSP PONA 2	29,20	14,41	27,34	7,55	1,70	49,00	4550	59,87	31,10	56,43
SSP PONA 3	29,20	13,97	25,00	8,27	1,54	51,22	4593	63,76	32,24	58,55
SSP PONA 4	37,20	10,14	29,75	6,44	1,83	51,84	4574	63,00	34,87	45,38
SCA 1	21,60	14,06	21,44	8,70	1,95	53,85	4191	43,59	25,26	80,26
SCA 2	19,60	14,39	23,33	8,75	2,38	51,15	4579	52,57	30,05	74,41
SCA 3	20,80	13,48	22,19	8,77	1,90	53,66	4417	48,48	26,82	79,58
SCA 4	22,00	14,75	20,63	9,43	2,05	53,14	4382	49,07	27,06	76,91

#### Metodologías Utilizadas:

**Humedad** :AOAC 925.09  
**Fibra cruda** :AOAC 962.09  
**Proteína** :AOAC 928.08  
**Energía bruta:** Calorimetría

**Ceniza** :AOAC 942.05  
**EE** :AOAC 920.39  
**ELN** :AOAC 923.03  
**Digestibilidad:** Daisy II- Ankon- USA

**FDN** : AOAC 2002.04  
**FDA** : AOAC 973.18

UNTRM-LNABA-

DIRECCION: Ciudad Universitaria-El franco-Higos Urco.

[www.igbi.edu.pe/www.untrm.edu.pe](http://www.igbi.edu.pe/www.untrm.edu.pe)

CHACHAPOYAS - PERU

UNTRM - IGBI  
 LABORATORIO DE NUTRICION ANIMAL Y  
 BROMATOLOGIA DE ALIMENTOS  
 ING. WILMER BERNAL M.  
 RESPONSABLE

Instalación y acondicionamiento de las parcelas en los diferentes sistemas de producción



SSP con aliso

SSP con Pino

SSP con Pona

SSP con Ciprés





SCA



Corte y pesado del forraje verde



Pesado del forraje verde





Picado del forraje verde en laboratorio



Secado de forraje verde a 65 °C para análisis bromatológico



Secado de forraje verde a 105 °C para análisis de materia seca