

Composición botánica y evaluación nutricional de pasturas en diferentes sistemas silvopastoriles en Molinopampa, Región Amazonas, Perú

L O Escobar^{1,2}, F L Mejía², H Vasquez³, W Bernal³ y W Y Álvarez¹

¹ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca, Cajamarca 06004, Perú

luisescobar6550@gmail.com

² Maestría en Producción Animal, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Higos Urco, Chachapoyas, Perú

³ Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Higos Urco, Chachapoyas, Perú

Resumen

Se seleccionaron los potreros de diez productores con Sistemas Silvopastoriles (SSP) semejantes: dos con sistemas Silvopastoriles de *Alnus acuminata* (SSP1), dos con Sistema Silvopastoril de *Pinus patula* (SSP2), dos con sistema Silvopastoril de *Cupressus lusitánica* (SSP3), dos con Sistema Silvopastoril de *Ceroxylon quindiuense* (SSP4) y dos bajo el Sistema a Campo Abierto (SCA), para evaluar la composición florística y calidad nutricional de las pasturas que se desarrollan en la cuenca ganadera de Molinopampa, Región Amazonas. En cada potrero se instalaron parcelas de 2 x 3 m; luego, la pastura se cortó a la edad de 60 días, se recolectaron 20 muestras de pastos, y se determinó la composición química. Los niveles de Digestibilidad In vitro de Materia Seca (DIVMS) fueron mejores resultados para el SCA (77.79 %), seguidos por SSP1 (69.19 %) y SSP3 (67.17 %), superando a SSP2 (58.13 %) y SSP4 (52.54 %) ($p < 0.05$); además, los mejores valores de Valor Relativo del Forraje (VRF) presentaron el SCA, SSP1 y SSP3. Además, el SSP1 tiene menor presencia de especies no deseables o malezas. En conclusión, el SSP1 fue mejor debido que presentó los mejores indicadores de calidad nutricional de pastos.

Palabras clave: sistemas de producción, composición bromatológica, digestibilidad, sistema silvopastoril

Botanical composition and nutritional evaluation of pastures in different silvopastoral systems in Molinopampa, Amazonas Region, Peru

Abstract

The paddocks of ten producers with similar Silvopastoral Systems (SSP) were selected: two with Silvopastoral systems of *Alnus acuminata* (SSP1), two with Silvopastoral System of *Pinus patula* (SSP2), two with Silvopastoral system of *Cupressus lusitánica* (SSP3), two with Silvopastoral System of *Ceroxylon Quindiuense* (SSP4) and two under the Open Field System (OFS), to evaluate the floristic composition and nutritional quality of the pastures that are developed in the livestock basin of Molinopampa, Amazonas Region. In each paddock 2 x 3 m plots were installed, then, the pasture was cut at the age of 60 days, twenty pasture samples were collected, and the chemical composition was determined. The levels of *in vitro* digestibility of dry matter (DIVMS) were better results for the SCA (77.79%), followed by SSP1 (69.19%) and SSP3 (67.17%), surpassing SSP2 (58.13%) and SSP4 (52.54 %) ($p < 0.05$); Furthermore, the best Forage Relative Value (FVR) values presented the SCA, SSP1 and SSP3. Besides, the SSP1 has less presence of undesirable species or weeds. In conclusion, the SSP1 was better because it presented the best indicators of pasture nutritional quality.

Key words: production system, bromatological composition, digestibility, silvopasture system

Introducción

En la Región Amazonas, la ganadería es una actividad económica importante, la cual ha provocado cambios significativos en el uso del suelo y sus recursos a lo largo del tiempo, debido a la degradación de los pastos, tala de bosques, sobrepastoreo entre otras prácticas inadecuadas de manejo (Oliva et al 2016). Sin embargo, hoy en día, los productores vienen buscando alternativas para mejorar los pastos; una de ellas es la implementación de los sistemas silvopastoriles (SSP) (Russo 2015; Barahona et al 2014), donde se desarrollan y conviven armónicamente los árboles, los pastos y los animales en interacción con el recurso suelo, constituyendo un sistema sostenible, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social (Alonso 2011).

Los SSP mejoran e incrementan la producción de forrajes de mayor calidad, lo que reduce la necesidad de suplementación (Mojardino et al 2010; Barahona et al 2014), incrementado hasta cuatro veces más la producción de pastos por hectárea (Thornton y Herrero 2010); generan microclimas favorables para el animal; por ende, se reduce el estrés animal (Karki y Goodman 2015; Zapata et al 2013) y se mejora consecuentemente el bienestar animal (Broom et al 2013). Por otro lado, existe un mayor almacenamiento de carbono en la parte aérea de la planta y en el suelo (Montagnini et al 2013); así mismo, hay una mayor absorción de nutrientes de las capas más profundas del suelo, como también una mayor disponibilidad de nutrientes de la hojarasca y un incremento en el aporte de nitrógeno por algunas especies arbóreas fijadoras de este elemento mineral (Apolinário et al 2016; Cubillos et al 2016; Sollenberger et al 2019) los cuales mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo (Harvey et al 2013).

Como consecuencia se han identificado las especies arbóreas que integran los SSP en la Región Amazonas, pero no se reporta las condiciones y mejoran en las pasturas presentes en estos SSP (Pizarro et al 2019). Por ello, el objetivo del presente estudio es la evaluación de la composición florística y la calidad nutricional de los pastos presentes en los diversos sistemas silvopastoriles con diferentes especies arbóreas en la Microcuenca de Molinopampa, Región de Amazonas, Perú.

Materiales y métodos

Lugar de estudio

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas, Perú; ubicado a una latitud 06°12'20" Sur y la longitud 77°40'06" Oeste, a una altitud de 2421 msnm., con una temperatura promedio anual de 14.5 °C, con una humedad relativa de 75% y una precipitación promedio anual de 1200 mm/año. Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) mediante el mapa ecológico del Perú lo clasifica como bosque húmedo montano tropical (bhMT). El distrito de Molinopampa es una de las tres cuencas ganaderas de la Región Amazonas siendo la ganadería una de las actividades más importante en la población rural, donde principalmente de crían las razas Brown Swiss,

Fleckvieh, y ganado cruzado y criollo; además cabe mencionar que el sistema de alimentación es el pastoreo y se emplea un pastoreo rotacional y el pastoreo a estaca. En el distrito se presencian los efectos de la migración de muchas familias que se produjo hace cuatro décadas lo que ha incrementado la tala indiscriminada de bosques con la finalidad de adecuar áreas de pastizales para la crianza del ganado.

Especies arbóreas y arreglos silvopastoriles

Para la identificación de las especies arbóreas, se realizó con la información obtenida por Oliva (2016) en la misma zona geográfica, quien menciona que las especies arbóreas más comunes y utilizadas como sistemas silvopastoriles fueron: *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Cupressus lusitanica* y *Ceroxylon quindiuense*. Así mismo, el establecimiento de estas especies arbustivas (*A. acuminata*, *P. patula*, *C. lusitanica*) se debe principalmente a un financiamiento realizado de instituciones interesadas en la protección de los recursos naturales y desarrollo sostenible entre ellas el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) y la ONG Cultura y Naturaleza Internacional (NCI) (Oliva 2016). Al momento de la evaluación el *A. acuminata* tiene una edad de 8 a 10 años con un distanciamiento de 2 x 15 metros en franjas con un diámetro de amplitud de pecho (DAP) promedio de 49.7 cm, el *P. patula* una edad de 10 a 12 años en un arreglo de 3 x 4.5 metros formando franjas y un DAP promedio de 75.5 cm y la *C. lusitanica* una edad promedio de 15 años de una distancia de 3 metros entre plantas formando cercas vivas y un DAP de 61.3 cm; por otro lado, las plantaciones de *C. quindiuense* son árboles naturales que no ha sido talados y que en la actualidad se están preservando como componente importante dentro las actividades agropecuarias que se desarrollan en la zona, están de forma dispersa en los potreros con distancias de 20 hasta 50 metros con una edad promedio de 30 años y un DAP de 125 cm.

Selección de Unidades de evaluación

Se seleccionaron los potreros de diez productores con Sistemas Silvopastoriles (SSP) semejantes: dos con sistemas Silvopastoriles de *Alnus acuminata* (SSP1), dos con Sistema Silvopastoril de *Pinus patula* (SSP2), dos con sistema Silvopastoril de *Cupressus lusitanica* (SSP3), dos con Sistema Silvopastoril de *Ceroxylon quindiuense* (SSP4) y dos bajo el Sistema a Campo Abierto (SCA), y se establecieron dos parcelas en cada potrero obteniendo un total de 20 parcelas experimentales. Las parcelas del experimento estuvieron ubicadas en la intersección de 2 metros fuera del fuste y a la altura de la copa del árbol como se muestra en la Figura 1. Cada parcela fue de 6 metros cuadrados (2 m x 3 m), 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.



Figura 1. Fotografías de la ubicación de las unidades experimentales. SSP1: Sistema Silvopastoril con *Alnus acuminata*; SSP2: Sistema Silvopastoril con *Pinus patula*; SSP3: Sistema Silvopastoril con *Cupressus lusitanica*; SSP4: Sistema Silvopastoril con *Ceroxylon quindiuense*; SCA: Sistema de Campo Abierto

Características de los potreros y cultivos

El valle del distrito de Molinopampa presenta suelos con textura franca (arena, arcilla y limo) (Oliva-Cruz 2016); los niveles de materia orgánica van desde 5.93% a 9.58%, el carbono orgánico en rangos de 3.64 a 5.56%, el pH en su mayoría es ácido de 3.99 a 6.18, los niveles de fósforo entre 4.22 hasta 5.83 ppm y el contenido de nitrógeno en promedio va de 0.31 a 0.48 ppm (Oliva et al 2016); así mismo los niveles de potasio van desde 157.56 a 224.94 ppm siendo un elemento no necesario para el cultivo de los pastos (Saucedo, 2018). Los ganaderos no utilizan la fertilización, solamente se emplea la técnica de esparcimiento del estiércol en los potreros, y la presencia de los árboles se vuelve indispensable por el aporte de hojas y raíces, considerando que en los últimos 10 años no se realiza la quema o uso de fuego, en los espacios donde hay presencia de árboles, pero usualmente se emplean algunos herbicidas anualmente para eliminar malezas. Las pasturas que se desarrollan en los diferentes sistemas son cultivadas y algunas naturalizadas como el caso de *Pennisetum clandestinum*, no es una labor común realizar la resiembra continuamente.

Composición botánica de los Sistemas Silvopastoriles

Se realizaron evaluaciones de la composición botánica, para ello se tomaron muestras de cada parcela experimental con la ayuda de un cuadrante de 1 m², las mediciones se realizaron a los 60 días, que fue la edad de corte del CF; para la identificación de las especies herbáceas que se encontraban dentro del cuadrante en cada uno de los sistemas establecidos se realizó con la ayuda de estudios preliminares realizados por Vázquez et al (2016) el cual sirvió como una guía; así mismo, las cantidades encontradas fueron llevados a proporciones relativas (porcentajes), obteniendo el promedio por cada uno de los sistemas evaluados.

Evaluación nutricional de los forrajes

Durante la época seca (Julio – octubre) del año 2017 se recolectaron muestras representativas del CF de cada parcela identificada en cada uno de los sistemas silvopastoriles a los 60 días después del corte (época de pastoreo). Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de los Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), donde se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C y se realizaron los análisis químicos de proteína cruda (PC) Extracto Etéreo (EE), Cenizas por el método descrito por la AOAC (AOAC 1990). También se realizó el análisis de Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA) por el método de Van Soest (1991), la Energía Bruta (EB) mediante Calorimetría y la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) mediante el Protocolo de Ankon technology con una incubadora Daisy II D2015, con certificado de validación de la AOAC. Finalmente se determinó la calidad del componente forrajero en función a la ecuación propuesta por Fundación Española para el Desarrollo y Nutrición Animal (FEDNA) usando la siguiente fórmula:

$$\text{VRF} = ((88.9 - (0.779 \times \text{FDA}\%)) \times (120 / \text{FND}\%)) / 1.29$$

Donde:

VRF: Valor relativo del forraje

FDA: Fibra detergente acida

FDN: Fibra detergente neutra

La clasificación del forraje en función del VRF es: excelente (>151), 1ª (151-125), 2ª (124-103), 3ª (102-87), 4ª (86-75) y 5ª (<75).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis mediante el Software R (R versión 3.6.3), donde se realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y las comparaciones múltiples de medias encontradas mediante la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Composición Florística

Los Valores de composición florística muestran que el Sistema Silvopastoral con *Alnus acuminata* (SSP1) presentó niveles de leguminosas para el *Trifolium pratense* de 26.51% y *Trifolium repens* de 2.15%, así como niveles de *Lolium multiflorum* L. de 51.80%, siendo los porcentajes mayores para especies cultivadas y favorables para las pasturas; así mismo, el Sistema Silvopastoral con *Pinus patula* (SSP2) y Sistema Silvopastoral con *Ceroxylon quindiuense* (SSP4) mostraron tener la especie del *Paspalum bonplandianum* Flugge de 35.05% y 25.02% respectivamente; por otro lado, el SSP2 y Sistema Silvopastoral con *Cupressus lusitanica* (SSP3) presentaron niveles de *Pennisetum clandestinum* de 23.15% y 39.78% respectivamente; sin embargo la especie de *Dactylis glomerata* L se encuentra entre 11.72% hasta 45.31% en todos los Sistemas evaluados siendo el mayor el SSP4, tal como se indica la tabla 1.

Tabla 1. Valores porcentuales de la composición florística de cada uno de los Sistemas

Nombre común	Nombre científico	SCA (%)	SSP1 (%)	SSP2 (%)	SSP3 (%)	SSP4 (%)
Rye Grass	<i>Lolium multiflorum</i>	18.97	51.80		9.37	
Trebol Rojo	<i>Trifolium pratense</i>		26.51	9.04	0.61	
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	2.80	4.11	23.15	39.78	
Trebol blanco	<i>Trifolium repens</i>	7.69	2.15	0.55	2.79	
Ovillo	<i>Dactylis glomerata</i> L	32.36	11.72	30.22	31.77	45.31
Lino	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flugge			35.05		25.02
Nicarión	<i>Setaria sphacelata</i>					10.37
Sachallanten	<i>Plantago lanceolata</i> L.	11.48	0.21			1.34
Mataliste	<i>Commelina jamesonii</i>		0.14			
Aguashala	<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.		0.43			
Lengua de vaca	<i>Rumex obtusifolius</i>	0.47	2.38	1.46	13.29	
Totorilla	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	1.16			0.16	
Sombrecito	<i>Lalchemilla orbiculata</i> Ruiz & Pav	0.47	0.54		0.33	1.16
Maleza flor amarilla	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lam.) R.K. Jansen	24.47		0.09	1.60	
Cadillo	<i>Bidens pilosa</i> L.		0.08			
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	0.05				
Piri piri	<i>Cyperus</i> sp. L.			0.44	0.31	13.49
Maleza tipo lirio	<i>Sisyrinchium convolutum</i> Nocca					2.58
Pajilla	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.					0.73

SCA: Sistema de Campo Abierto; SSP1: Sistema Silvopastoral con *Alnus acuminata*; SSP2: Sistema Silvopastoral con *Pinus patula*; SSP3: Sistema Silvopastoral con *Cupressus lusitanica*; SSP4: Sistema Silvopastoral con *Ceroxylon quindiuense*

Los datos encontrados coinciden con el reporte de Vásquez et al (2016), donde encontró que los sistemas silvopastoriles presentan menos malezas en comparación al sistema campo abierto. Respecto a las especies herbáceas del SSP1 son diferentes a los reportados por Oliva (2016) donde encontró en un sistema silvopastoral con aliso, 39% de *Pennisetum clandestinum* 4% de *Lolium multiflorum*, 7% de *Trifolium sp* y 20% de *dactylis glomerata*; además encontró 27% de *Philoglossa mimuloides*. Por otro lado, en el SSP2 los niveles de especies herbáceas son datos diferentes a los reportados por Oliva et al (2017); quien encontró niveles de 38% de *Pennisetum clandestinum*, 25.4% de *Philoglossa mimuloides*, 18.9% de *dactylis glomerata*, 6.6% *Trifolium repens* y 4.9 *Lolium multiflorum* entre otras especies para el sistema silvopastoral; además, encontró otras especies herbáceas diferentes a la investigación como: *Duchesneaindica* k (Andrews) teschem, *Cupea strigulosa* kunth, *verbena littoralis*.

Calidad nutricional de los forrajes

Los niveles de proteína, cenizas y energía bruta no se evidenció diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados ($P < 0.05$); además, para FDN, el SCA y SSP1 no presenta diferencias respecto al SSP3 ($p < 0.05$), éstos son mejores al SSP2 y el SSP4; así mismo, para el parámetro de FDA, el SCA, SSP1 y SSP3 son similares respecto al SSP2 ($P < 0.05$), sin embargo, son mejores al SSP4. Por otro lado, en DIVMS el SCA y SSP1 son mejores a los SSP2, SSP3 y SSP4 ($P < 0.05$). Finalmente, en el VRF el SCA no presenta diferencias respecto a los sistemas SSP1 y SSP3 ($P < 0.05$), pero si muestra diferencias respecto a los SSP2 y SSP3 ($P < 0.05$) como lo indica la tabla 2.

Tabla 2. Calidad nutritiva del componente forrajero en los diferentes sistemas de producción en época seca en la Microcuenca de Molinopampa, región Amazonas

Parámetro	SCA	SSP1	SSP2	SSP3	SSP4	p
MS (%)	21.00b	19.20b	25.60ab	23.20ab	30.60a	0.035
PC (%)	14.17	16.50	15.87	13.73	12.30	0.126
EE (%)	2.07a	1.94a	2.01a	2.19a	1.54b	0.007
CEN (%)	8.91	8.26	8.13	9.29	7.57	0.234
FDN (%)	48.43a	49.78a	57.34bc	52.45ab	62.93c	0.000
FDA (%)	27.30a	27.65a	30.49ab	28.05a	33.98b	0.033
EB (kcal/Kg ⁻¹)	4392	4390	4575	4518	4544	0.404
DIVMS (%)	77.79a	69.19ab	58.13c	67.17b	52.54c	0.000
VRF	130a	126ab	106bc	119ab	92c	0.004

Promedio con letras diferentes (a, b y c) indican diferencias estadísticas entre sistemas según la prueba de Duncan ($p < 0.05$); P: Proteína, EE: Extracto etéreo y CEN: Cenizas, FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente acida, EB: Energía bruta, DIVMS: Digestibilidad In vitro de materia seca, VRF: Valor relativo del forraje SCA: Sistema de Campo Abierto; SSP1: Sistema Silvopastoral con *Alnus acuminata*; SSP2: Sistema Silvopastoral con *Pinus patula*; SSP3: Sistema Silvopastoral con *Cupressus lusitanica*; SSP4: Sistema Silvopastoral con *Ceroxylon quindiuense*

Los niveles de proteína reportados fueron superiores a los de Santacruz et al (2013) y Sánchez et al (2010) en un SSP con aliso y campo abierto; sin embargo, fueron similares a los reportados por Gualdrón y Padilla (2007) y Cárdenas et al (2011). El aumento de proteína del componente forrajero en el SSP con *A. acuminata* posiblemente se deba a que es una especie arbórea fijadora de nitrógeno, la cual hace disponible en el suelo para ser aprovechado por los pastos Botero y Russo, 1998; además, mediante su sistema radicular extendido y profundo aumenta el área disponible de captura de nutrientes, Villagaray y Bautista (2011). En el EE los resultados fueron inferiores a los reportados por Gaviria et al (2015), quienes indican que en sistemas silvopastoriles el resultado fue inferior que en SCA. Sin embargo, fueron superiores a los reportes de Herrera (2015). Los diferentes niveles de EE están influenciados por el tipo de especies herbáceas, los diferentes niveles de pigmentación, el contenido de vitaminas entre otros, debido a que en el extracto etéreo esta incluidos todos los tipos de grasa. El porcentaje de ceniza fue superior a los obtenidos por Gaviria et al (2015) en sistemas silvopastoriles, sin embargo, inferior en sistemas a campo abierto. También, Herrera (2015) reporta resultados superiores a los obtenidos en esta investigación. Esta diferencia puede deberse a que no son las mismas especies arbóreas y herbáceas.

Los valores de FDN en el SCA fueron similares a los reportes de Gualdrón y Padilla (2007) e inferiores en SSP. Piloni y Lacorte (2014) indican valores superiores en un SSP y sistema campo abierto. Asimismo, Sánchez et al (2010) y Giraldo y Bolívar (1999) reportaron valores similares en SSP, pero Giraldo y Bolívar (1999) obtuvieron valores superiores en un SCA. Estas diferencias del contenido de FDN posiblemente se deba al tipo de especie herbácea presente en los sistemas y a la edad de corte del pasto. Los porcentajes de FDA fueron superiores a los obtenidos por Gualdrón y Padilla (2007) y Piloni y Lacorte (2014). De la misma manera Sánchez et al (2010) y Giraldo y Bolívar (1999), reportaron valores similares.

Los resultados de energía bruta de los SSP y SCA fueron superiores a los reportados por Herrera (2015); sin embargo, fueron inferiores a los obtenidos por Gaviria et al (2015); estas diferencias pueden deberse al tipo de especie pasto evaluado y la relación gramínea/ leguminosas de cada sistema evaluado.

La digestibilidad *in vitro* de materia seca es un indicador de calidad nutritiva muy importante en la producción animal debido a que influye directamente en el consumo animal; además, es el parámetro principal que define la calidad del forraje y el cual puede variar como respuesta al medio ambiente (épocas), y a las características intrínsecas del forraje (Dimarco 2011), también está relacionado con la disminución de la producción de metano. 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. Los resultados obtenidos fueron superiores a los obtenidos por Giraldo y Bolívar (1999) y Gualdrón y Padilla (2007) obtuvieron valores similares en sistemas silvopastoriles, pero inferiores en un sistema a campo abierto.

El valor relativo del forraje (VRF) es un indicador de calidad del forraje y mientras este valor sea más alto, el forraje será de mejor calidad (Redfearn et al 2004), el cual está relacionado con los niveles de FDN y FDA, debido a que son factores limitantes para la producción y el consumo de forraje por los animales. El SCA y el SSP1 presentaron un VRF de primera calidad y el sistema silvopastoril con *C. quindiuense* fue el sistema presentó un forraje de clasificación de tercera con un VRF de 92. Las diferencias de VRF se deben a los diferentes niveles de FDN y FDA de cada uno de los sistemas evaluados. Dichos resultados fueron superiores a los encontrados por Reiné et al (2012) en los SCA, SSP1 y SSP3. Similares en el SSP2 y superiores es el SSP4. Asimismo, se encuentra resultados inferiores a los encontrados por Mamani y Cotacallapa (2018) en avena forrajera. Las diferencias pueden deberse a las especies de pastos evaluadas y momento de corte Espinoza-Canales et al (2017).

Conclusiones

- Las pasturas que se desarrollan bajo el sistema silvopastoril con *Alnus acuminata* presentan buenos indicadores de calidad nutricional de pastos en comparación con los demás sistemas silvopastoriles.

Referencias

- Alonso J 2011 Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Volumen 45, Artículo # 2 Recuperado el 25 de marzo de 2020, de <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistacubanadecienciaagricola/2011/vol45/no2/1.pdf>
- AOAC 1990 Association of Official Analytical Chemists 1990 Official Methods of Analysis. 15th ed. Vol 1. Washington, USA.
- Apolinário V X de O, Dubeux J C B, Lira M de A, Sampaio E V S B, de Amorim S O, Silva N G de M and Muir J P 2016 Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. Agronomy Journal, Volume108, Article #6, Retrieved June 1, 2004, from <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/argonj2016.02.0120>
- Barahona R, Sánchez S, Murgueitío E y Chará J 2014 Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. Bogotá, Colombia. Revista Carta Fedegán, Volumen 140, Artículo # 1
- Botero R y Russo R 1998 Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Recuperado el 18 de marzo del 2020 de, <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000024.pdf>
- Broom D M, Galindo F A y Murgueitío E 2013 Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proceedings of the Royal Society Biological Sciences, Volume 280, Number # 1221. Recuperado el 28 de marzo de, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2013.2025>
- Cárdenas C 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 Ronesvalles Tolima-Colombia. Revista Colombia de Ciencia Animal, Volumen 4, Número # 1, Recuperado el 4 de abril de 2020, de <http://45.71.7.21/bitstream/001/1298/1/RIUT-LB-spa-2011-Productividad%20y%20preferencia%20de%20forraje%20de%20vacas%20lecheras%20pastoreando%20un%20sistema%20silvopastoril%20intensivo%20de%20la%20zona%20alto%20Andin>
- Cubillos AM, Vallejo V, Arbeli Z, Teran W, Dick R, Molina C H, Molina E and Roldan F 2016 Effect of the conversion of conventional pasture to intensive silvopastoral systems on edaphic bacterial and ammonia oxidizer communities in Colombia, Journal European Journal of Soil Biology, Volume 72.
- Dimarco O 2011 Estimación de calidad de los forrajes. Sitio Argentino de Produccion Animal, Volumen 20, número #240 Recuperado el 01 de abril de 2020 de, http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf
- Espinoza-Canales A, Gutiérrez-Bañuelos H, Sánchez-Gutiérrez R A, Muro-Reyes A, Gutiérrez-Piña, F J y Corral-Luna A 2017 Calidad de forraje de canola (*Brassica napus* L.) en floraciones temprana y tardía bajo condiciones de temporal en Zacatecas, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, Volumen 8 número # 3 Recuperado el 18 de marzo de 2020 de, <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n3/2448-6698-rmcp-8-03-00243.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. Revista de Pastos y Forrajes, Volumen 38, Número # 2 Recuperado el 13 de abril de 2020 de, http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942015000200007&script=sci_arttext&tlng=en
- Giraldo L A y Bolívar-Vergara D M 1999 Evaluación de un Sistema Silvopastoril de Acacia decurrens Asociado con pasto kikuyo *Penicetum clandestinum*, en Clima Frio de Colombia. Consorcio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles . Recuperado el 28 de marzo de 2020 de, http://137.117.40.77/bitstream/11348/6692/1/20061127115335_Sistema%20silvopastoril%20acacia%20decurrens%20y%20kikuyo.pdf
- Gualdrón E y Padilla E 2007 Producción y calidad de leche en vacas Holstein en dos arreglos silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo (*Penicetum clandestinum*) Bogotá. Revista Ciencia Animal, Volumen 1, Recuperado el 08 de abril de 2020, de <https://docplayer.es/41311292-Produccion-y-calidad-de-leche-en-vacas-holstein-en-dos-arreglos-silvopastoriles-de-acacia-y-aliso-asociadas-con-pasto-kikuyo.html>
- Harvey C, Medina A, Sánchez D, Vilchez S, Hernández B, Saenz J, Maes J M, Casanoves F and Sinclair F 2013 Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Journal Ecological Applications*. Volume 16, Number # 5 Recuperado el 06 de abril de 2020.

- Herrera-Rivera E 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 el 05 de abril de 2020 de, <http://www.bdigital.unal.edu.co/49254/1/1017132998.2015.pdf>
- Karki U and Goodman M S 2015** Microclimate differences between mature loblolly-pine silvopasture and open-pasture. *Journal Agroforestry Systems*, Volume 89, Number # 2 Recuperado el 06 de abril de 2020.
- Mamani-Paredes J and Cotacallapa-Gutierrez F 2018** Performance and nutritional quality of oats for the region of Puno. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, Volumen 20, Número #4 Recuperado el 06 de abril de 2020 de, <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n4/a02v20n4.pdf>
- Milera M 2013** Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*, Volumen 17, Número #3 Recuperado el 03 de abril de 2020 de, <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497002.pdf>
- Mojardino M, Revell D and Pannell D J 2010** The potential contribution of forage shrubs to economic returns and environmental management in Australian dryland agricultural systems. *Journal Agricultural Systems*, Volume 103, Number #4 Recuperado el 06 de abril de 2020.
- Montagnini F, Ibrahim M and Murgueitio E 2013** Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et Forêts des Tropiques*, Volume 316, number #2 Recuperado el 01 de abril de 2020 de, http://bft.cirad.fr/cd/BFT_316_3-16.pdf
- 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. *Revista Científica Agropecuaria*, Volumen 8, Número # 2. Recuperado el 13 de abril de 2020 de, http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172017000200007
- Oliva-Cruz S M 2016** 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. Recuperado el 20 de marzo de 2020 de, <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2215>
- Oliva-Cruz S M, Collazos-Silva R, Goñas-Más M, Bacalla E, Vigo-Mestanza C, Vásquez-Pérez H, Leiva-Espinosa S T y Maicelo-Quintana J L 2016** Efecto de los sistemas de producción sobre las características fisicoquímicas de los suelos del distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. *Revista Indes*, Volumen 2, número #1 Recuperado el 26 de abril de 2020 de, <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/63/178>
- Piloni J y Lacorte S 2014** Producción y calidad de un pastizal en el período invernal a cielo abierto y bajo un sistema silvopastoril. *Journal Livestock Research for Rural Development*. Volume 2, number #7 Recuperado el 13 de abril de 2020. <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd26/7/ugue26129.html>
- Pizarro D M, Vasquez H, Bernal W, Fuentes E, Alegre J and Castillo M y Gómez C 2019** Assessment of silvopasture systems in the northern Peruvian Amazon Assessment of silvopasture systems in the northern Peruvian Amazon. *Journal Agroforestry Systems*, Volume 94, Number #1 Recuperado 06 de abril de 2020.
- Redfearn D D, Zhang H and Caddel J L 2004** Forage quality interpretations. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University. Recuperado el 10 de abril de 2020 de, <http://pods.dasn.okstate.edu/docshare/dsweb/Get/Rendition-7139/PSS-2117web.pdf>
- Reiné R, Vilchez C, Broca A, Maestro M, Barrantes O, Chocarro C, ... Ferrer C 2012** Calidad de prados en el Pirineo de Huesca: valoración mediante análisis botánicos y químicos. Edición: Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en peligro de extinción: 461- 468, Recuperado el 05 de abril de 2020 de, https://digital.csic.es/bitstream/10261/66131/1/Maestro_calidadprados_SEEP2012_Actas.pdf
- Russo R O 2015** Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Revista de Pastos y Forrajes*, Volumen 38, Número # 2 Recuperado el 08 de abril de 2020 de, <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n2/pyf01215.pdf>
- Sánchez- Matta L, Amado G M, Criollo P J, Carvajal T, Roa-Triana J, Cuesta A y Barreto de Escovar L 2010** El Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en trópico alto colombiano. Recuperado el 08 de abril de 2020 de, https://repositorio.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13489/44241_56519.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santacruz-Insuasty E G, Guerrero-Apráez J E y Estrada-Navia J F 2013** Efecto del arreglo silvopastoril aliso (*AlnusAcuminata* K.) y kikuyo (*PennisetumClandestinum*H.) sobre el comportamiento productivo en novillas Holstein en el altiplano del departamento de Nariño. *Revista Agroforestería Neotropical*, Volumen 1, Número #1 Recuperado el 08 de abril de 2020 de, <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/13/13>
- Saucedo J A 2018** Arreglos silvopastoriles con aliso y su efecto sobre factores ambientales y económicos, en el distrito de Molinopampa, Amazonas. Recuperado el 26 de abril de, <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1401/Jose%20-%20Saucedo%20%20Uriarte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sollenberger L E, Kohmann M M, Dubeux Jr J C and Silveira M L 2019** Grassland management affects delivery of regulating and supporting services ecosystems services. *Journal Crop Science*, Volume 59, Number #2 Recuperto el 20 de marzo de 2020.
- Thornton P K and Herrero M 2010** Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. *Proceedings of the National Academy of Science*, Volume 107, Number #47 Recuperado el 10 de abril de 2020 de, <https://www.pnas.org/content/pnas/107/46/19667.full.pdf>
- Van Soest P J, Robertson J B and Lewis B A 1991** Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, Volume 74, Number #10 Recuperado el 12 de abril de 2020 de, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vásquez H, Quintana J, Silva C y Oliva M 2016** Selección, identificación y distribución de malezas (adventicias), en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Revista de Investigación para el Desarrollo Sustentable*, Volumen 2, Número # 1 Recuperado el 12 de abril de 2020 de, <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/view/66/181>
- Villagaray M y Bautista E 2011** Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú. *Revista Acta Nova*, Volumen 5, Número #2 Recuperado el 10 de abril de 2020 de, <http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n2/v5n2a07.pdf>
- Zapata P, Rusch G, Ibrahim M, DeClerck F, Casanoves F y Beer J 2013** Influencia de los árboles en la vegetación herbácea de sistemas ganaderos del trópico seco de Nicaragua. *Rev. Agroforestería en las Américas* Número # 50 Recuperado el 10 de abril de 2020 de, <http://hdl.handle.net/11250/2480626>

Received 16 April 2020; Accepted 3 May 2020; Published 1 June 2020

[Go to top](#)