



## Arreglos silvopastoriles con *Alnus acuminata* y su efecto sobre parámetros productivos y nutricionales del componente forrajero



José Américo Saucedo-Uriarte <sup>a</sup>

Segundo Manuel Oliva-Cruz <sup>a\*</sup>

Jorge Luis Maicelo-Quintana <sup>a</sup>

Jegnes Benjamín Meléndez-Mori <sup>a</sup>

Roicer Collazos-Silva <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Campus Universitario: Calle Universitaria N° 304, Chachapoyas, Perú.

\*Autor de correspondencia: [soliva@indes-ces.edu.pe](mailto:soliva@indes-ces.edu.pe)

### Resumen:

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una alternativa para la producción ganadera sostenible. Por este motivo, el presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar parámetros productivos y nutricionales del componente forrajero (CF) en distintos arreglos silvopastoriles con *Alnus acuminata* y su comparación con sistemas a campo abierto. Se estableció un diseño de bloques completos al azar, para lo cual, fueron seleccionadas 16 parcelas con características de homogeneidad en edad y tipo de CF. Se evaluó la composición florística, clasificación funcional de las especies herbáceas, biomasa, materia seca y composición nutricional. Los resultados obtenidos registraron la presencia de 22 especies, predominando la familia Poaceae (8 especies), asimismo se encontró que los arreglos silvopastoriles presentan el mayor porcentaje de especies deseables, situación contraria a lo ocurrido en los sistemas a campo abierto. Por otro lado, los parámetros productivos y nutricionales, mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los sistemas de producción, siendo el arreglo con árboles en callejones el que registró mejores rendimientos de biomasa

(16.60 t/ha), materia seca (3.65 t/ha), fibra cruda (27.23 %), proteína total (17.39 %) y energía bruta (4,864 kcal/kg).

**Palabras clave:** Composición florística, Composición nutricional, Deseabilidad de especies, Rendimiento forrajero, Sistema silvopastoril.

Recibido: 02/08/2018

Aceptado:30/08/2021

En el Perú, durante los años 1975 al 2000 la tasa de deforestación se incrementó en 2'672,554 ha<sup>(1,2)</sup>, siendo la causa principal de este desalentador panorama el incremento del sector agropecuario (producción extensiva)<sup>(3)</sup>, seguido por la actividad minera, los incendios y la tala ilegal de bosques<sup>(2,4)</sup>; esta situación se agrava todavía más debido a las limitadas políticas de uso y tenencia de tierras, así como por la falta de conocimientos de nuevos sistemas de producción sostenible<sup>(5)</sup>.

Hacia el año 2012 la superficie agropecuaria peruana ascendió a 38'742,000 ha de las cuales el 46.5 % representan a pastos naturales<sup>(6)</sup>, caracterizados por ser un sistema productivo a campo abierto, es decir, sin la presencia de cobertura arbórea. La falta de árboles y de cobertura arbórea en general causan varios problemas ecológicos como fenómenos climáticos extremos, erosión del suelo, contaminación del agua, disminución de la biodiversidad<sup>(7)</sup>, y por consiguiente problemas económicos<sup>(8)</sup>, debido a la baja productividad por la fertilidad limitada del suelo<sup>(9)</sup>.

Sin embargo, los impactos negativos asociados con la producción ganadera extensiva se pueden reducir si la cría de ganado se enfoca bajo sistemas que permitan aumentar la productividad, mejorar la sostenibilidad y brindar servicios ecológicos al ecosistema<sup>(8,10)</sup>. En tal sentido, estudios demuestran la importancia de las pasturas asociadas con árboles para la conservación de la biodiversidad<sup>(11,12)</sup>. Es así que los sistemas silvopastoriles constituyen una opción para la explotación de rumiantes, ya que diversifican los productos (leche, carne, madera, postes y leña), brindan sombra, mejoran la dieta de los animales y reducen el empleo de insumos externos<sup>(13,14)</sup>. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la composición florística y la clasificación funcional de las especies herbáceas, así como los parámetros productivos y nutricionales del componente forrajero establecido bajo arreglos silvopastoriles.

El estudio se realizó en el distrito de Molinopampa, específicamente en las localidades de Molinopampa, Santa Cruz del Tingo, Pumahermana y Ocol; ubicados a una altitud sobre los

2,421 msnm, entre las coordenadas 06°12'20" latitud Sur y 77°40'06" longitud Oeste. Presentan clima ligeramente húmedo y templado cálido, con temperatura promedio anual de 14.5 °C y precipitación promedio anual de 1,200 mm<sup>(15)</sup>.

Se estudiaron cuatro arreglos silvopastoriles (ASP) [cercas vivas (CV), árboles dispersos en el potrero (ADP), árboles en callejones (AEC) y sistema a campo abierto (SCA)]; los cuales fueron seleccionadas por homogeneidad en el componente forrajero, edad de los árboles y superficie entre 1 a 2 ha. En cada ASP se evaluó la composición florística mediante el método del transecto<sup>(16)</sup>, el cual consistió en estirar una cuerda de 50 m con marcas entre (01) metro (punto de contacto) para el muestreo con un anillo censador (cuatro transectos por cada ASP). La clasificación funcional se determinó según el grado de preferencia de las especies herbáceas [especies deseables (ED), especies poco deseables (EPD) y especies indeseables (EI)]<sup>(17,18)</sup>. La biomasa del componente forrajero (BCF) se determinó por el método del metro cuadrado<sup>(19)</sup>, para lo cual se pesaron 40 muestras por cada ASP (10 por cada localidad o repetición). Para el contenido de materia seca (MS) se mezclaron las 40 muestras obtenidas de la evaluación de biomasa, luego se pesó 100 g de forraje de cada ASP y se colocó a 65 °C en una estufa de circulación de aire forzado BINDER FD 115 (BINDER GmbH, Alemania). La composición nutricional del CF: proteína total (PT), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), ceniza (C) y energía bruta (EB) se cuantificó en 1 kg de forraje (obtenido de la mezcla de las 40 muestras recolectadas por cada ASP) mediante los lineamientos establecidos por AOAC<sup>(20)</sup>. Cabe indicar que el análisis se realizó durante un periodo de 12 meses, considerando dos épocas para la toma de muestras: época de lluvia (noviembre del 2016 a abril del 2017) y época seca (mayo a octubre del 2017).

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño de bloques completos al azar conformado por cuatro tratamientos (SCA, CV, ADP y AEC), en cuatro localidades (Molinopampa, Santa Cruz del Tingo, Pumahermana y Ocol) o réplicas consideradas como bloques. Los resultados se procesaron utilizando el software estadístico SPSS 15.0, en el cual se sometieron al análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas con el test Shapiro-Wilk y Levene. Los datos de composición nutricional se procesaron mediante un análisis de varianza con un nivel de confianza de 95 % ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. La BCF se analizó con la prueba U de Mann-Whitney<sup>(21)</sup>.

Los resultados del estudio conjunto de los sistemas productivos (SCA, AEC, ADP y CV) registraron la presencia de 22 especies, agrupadas en 11 familias. La mayor riqueza se encontró en la familia Poaceae (8 especies), siendo *Lolium multiflorum* la especie más representativa, con una presencia entre el 15 al 32 % dentro de cada sistema productivo. Por otro lado, especies como *Equisetum giganteum*, *Ageratina azangaroensis* y *Verbena litoralis* fueron las menos abundantes, encontrándose únicamente en los SCA (Cuadro 1).

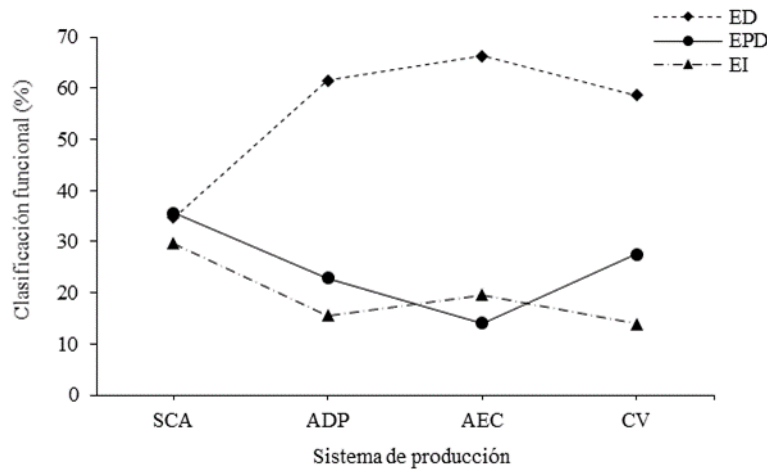
**Cuadro 1:** Especies herbáceas registradas en distintos sistemas de producción de pastos (%)

<b>Composición florística</b>	<b>SCA</b>	<b>ADP</b>	<b>AEC</b>	<b>CV</b>
<b>Poaceae</b>				
<i>Brachiaria brizantha</i>	9.09	2.29	2.30	6.17
<i>Lolium multiflorum</i>	15.78	19.08	31.12	21.08
<i>Paspalum penicillatum</i>	1.87	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	3.74	6.36	7.65	6.17
<i>Sporobolus indicus</i>	3.74	-	-	-
<i>Pennisetum clandestinum</i>	0.80	16.03	11.48	16.45
<i>Paspalum bonplandianum</i>	-	8.14	1.28	8.23
<i>Setaria sphacelata</i>	-	3.05	1.28	4.88
<b>Asteraceae</b>				
<i>Taraxacum officinale</i>	6.95	1.02	0.51	-
<i>Ageratina azangaroensis</i>	0.80	-	-	-
<i>Philoglossa mimuloides</i>	8.82	6.62	4.59	7.20
<b>Fabaceae</b>				
<i>Trifolium repens</i>	7.49	12.72	11.73	8.48
<i>Trifolium pratense</i>	-	3.31	2.55	1.54
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Cyperus</i> sp.	4.01	2.80	2.81	2.06
<i>Eleocharis geniculata</i>	7.22	2.29	2.30	2.06
<b>Polygonaceae</b>				
<i>Rumex obtusifolius</i>	12.03	5.85	5.87	5.91
<b>Plantagnaceae</b>				
<i>Plantago lanceolata</i>	4.01	2.29	7.40	3.60
<b>Equisetaceae</b>				
<i>Equisetum giganteum</i>	4.01	-	-	-
<b>Primulaceae</b>				
<i>Anagallis arvensis</i>	0.80	3.56	3.57	0.51
<b>Araliaceae</b>				
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	3.48	2.04	2.04	0.51
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Verbena litoralis</i>	0.80	-	-	-
<b>Thelypteridaceae</b>				
<i>Thelypteris</i> sp.	4.55	2.54	1.53	5.14

SCA= sistema a campo abierto; ADP= árboles dispersos en potrero; AEC= árboles en callejones; CV= cercas vivas.

La clasificación funcional indica que los ASP reportan una mayor abundancia de ED (*Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Pennisetum clandestinum*, *Setaria sphacelata* y *Trifolium pratense*), con un porcentaje que varía entre los 58.0 % a 67.0 %; por otra parte, el mayor porcentaje de EPD (*Brachiaria brizantha*, *Rumex obtusifolius*, *Paspalum penicillatum*, *Sporobolus indicus*, *Philoglossa mimuloides* y *Paspalum bonplandianum*), así como, el de EI (*Cyperus* sp, *Plantago lanceolata*, *Equisetum giganteum*, *Anagallis arvensis*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Ageratina azangaroensis*, *Verbena litoralis*, *Eleocharis geniculata*, y *Thelypteris* sp) se reportó en los SCA con un 33.0 % y 28.0 %, respectivamente (Figura 1). Dentro de las 22 especies registradas, la más destacada dentro del grupo de ED pertenece a la familia Poaceae, teniendo en *L. multiflorum* y *P. clandestinum* las más representativas del grupo.

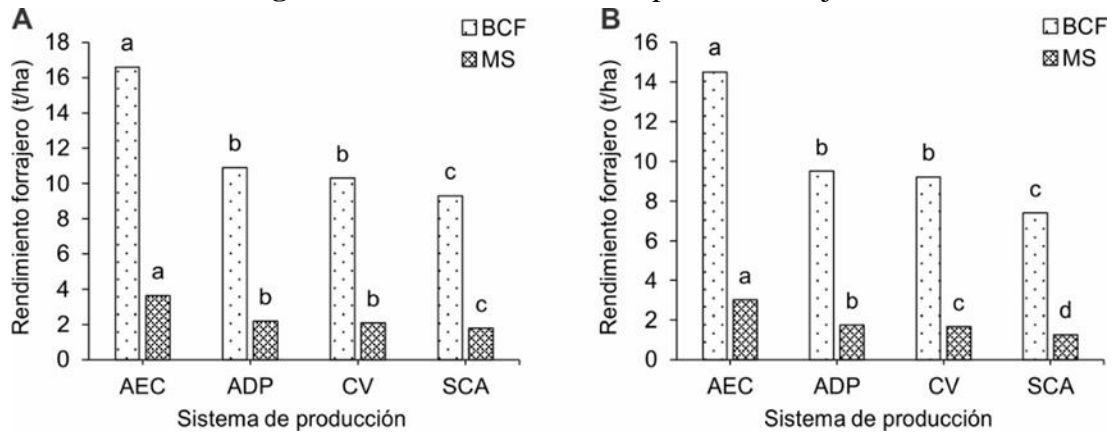
**Figura 1:** Clasificación funcional de las especies



ED= especies deseables; EDP= especies poco deseables; EI= especies indeseables; SCA= sistema a campo abierto; ADP= árboles dispersos en potrero; AEC= árboles en callejones; CV= cercas vivas.

Respecto a la producción de BCF, las evaluaciones durante la época lluviosa y seca mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los ASP y el SCA. En este sentido, el ASP que alcanzó el más alto rendimiento durante la época lluviosa y seca fue el AEC, y el SCA quien registró el nivel más bajo de este parámetro. En cuanto al análisis de MS, los sistemas productivos (ASP y SCA) mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) tanto en la época lluviosa como seca, evidenciando que el ASP con AEC registró mejores niveles en ambas épocas de evaluación (Figura 2).

**Figura 2:** Rendimiento del componente forrajero

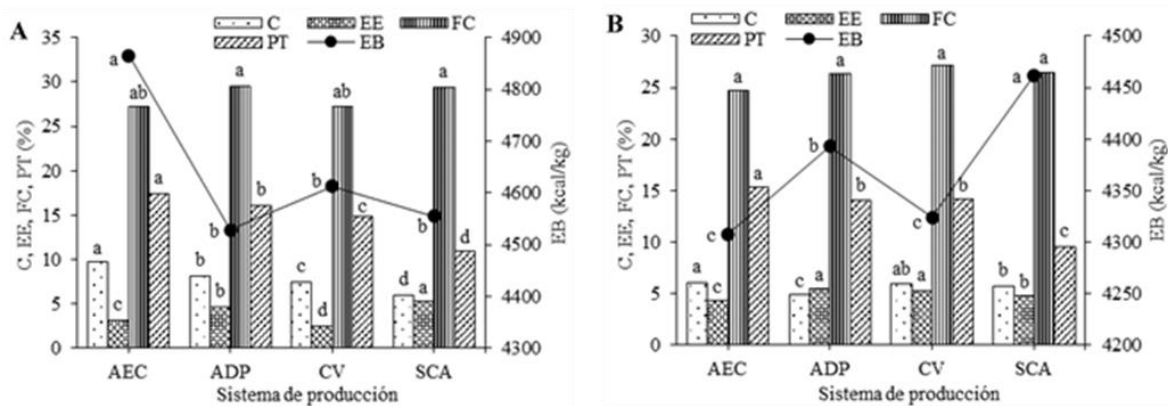


A) Evaluación en época lluviosa. B) Evaluación en época seca.

BCF= biomasa del componente forrajero; MS= materia seca; AEC= árboles en callejones; ADP= arboles dispersos en potrero; CV= cercas vivas; SCA= sistema a campo abierto.

Los componentes nutricionales (C, EE, FC, PT y EB) registrados en época lluviosa y seca fueron significativamente diferentes ( $P<0.05$ ) entre los sistemas productivos (ASP y SCA), con excepción del contenido de FC registrado durante época seca ya que no mostró diferencia estadística. Los resultados de ambas épocas muestran que el contenido de C y PT fue superior en el arreglo con AEC, y que los niveles de FC variaron entre 24 a 30 %. El nivel más alto de EB durante época lluviosa se registró en el sistema con AEC, por el contrario, durante época seca, el mayor valor se alcanzó en el SCA (Figura 3).

**Figura 3:** Composición nutricional del componente forrajero



A) Evaluación en época lluviosa. B) Evaluación en época seca.

C= cenizas, EE= extracto etéreo, FC= fibra cruda, PT= proteína total, EB= energía bruta; AEC= árboles en callejones; ADP= árboles dispersos en potrero; CV= cercas vivas; SCA= sistema a campo abierto.

Las especies con mayor dominancia en el CF de los sistemas productivos pertenecen a las siguientes familias: Poaceae, Fabaceae y Asteraceae; entre ellas, esta última está más presente en los SCA y puede estar relacionada con la modificación de semillas típicas de esta familia, permitiendo así, su fácil diseminación favorecida por la libre circulación del flujo de aire. Los resultados son similares a los reportados en la cuenca del río Ilo (Moquegua), donde se encontró que la mayor riqueza de especies pertenece a las Asteraceae y Poaceae<sup>(16)</sup>, lo que indica la amplia distribución de estas familias en el Perú.

Los ASP albergaron la mayor abundancia de ED, pero un caso opuesto se registra en los SCA, donde la baja fertilidad del suelo y la alta presencia de malezas son limitantes para el desarrollo de las pasturas<sup>(7)</sup>. En general, los resultados del presente estudio concuerdan con el reporte para pastizales de zonas altoandinas de Cusco (Perú), donde el porcentaje de ED fue superior (aproximadamente 70.0 %) respecto a especies de otra clasificación funcional<sup>(22)</sup>. Por el contrario, difieren de los reportes para pastizales de zonas altoandinas de Pasco (Perú), donde la presencia de EPD (34.0 %) y EI (54.7 %) superó a las ED (11.3 %)<sup>(17)</sup>.

Los rendimientos registrados en los distintos sistemas de producción (en época lluviosa y seca) permiten demostrar el impacto positivo de los ASP sobre la producción de los pastos, como lo ratifican los resultados de un estudio, en el que un ASP alcanzó un rendimiento de 12.78 t FV/ha, mientras que el SCA solo alcanzó 6.79 t FV/ha<sup>(23)</sup>. La presencia de árboles puede incrementar la productividad del CF porque influye sobre la fertilidad del suelo al incrementar el contenido de materia orgánica, como resultado de la descomposición del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo<sup>(24,25)</sup>. Además, los árboles aprovechan los nutrientes de las capas más profundas, y estos a su vez pueden ser aprovechados en los pastizales debido a los efectos de reciclaje<sup>(26,27)</sup>. La influencia de los árboles puede ser aún más pronunciado cuando se utilizan especies que tienen la capacidad de aumentar la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, como *A. acuminata*. En cuanto al contenido de MS, los rendimientos más altos de este estudio se obtuvieron en los ASP, no obstante están por debajo de lo reportado para un ASP de *A. acuminata* asociado con *P. clandestinum*, donde el porcentaje de MS alcanzado fue de 29.5 % para el ASP y de 28 % para el SCA<sup>(28)</sup>, demostrando que el rendimiento también está influenciado por la especie forrajera que conforme el sistema silvopastoril.

Los niveles de EE registrados en este estudio (entre 2.48 % a 5.52 %) fueron superiores al reporte realizado en un ASP de *Leucaena leucocephala* con *Cynodon nlemfuensis* (1.28 %) y un SCA de *C. nlemfuensis* (1.13 %)<sup>(29)</sup>. Por otra parte, un ASP de *L. leucocephala* con pasturas mejoradas y un SCA con gramíneas reportaron 2.74 % y 1.72 % de EE respectivamente<sup>(30)</sup>. La variación en los resultados de estos estudios sugiere que los valores energéticos representados por el EE están influenciados por la especie forrajera cultivada, pero no por el sistema de producción.

En este estudio, el nivel de ceniza registrado en el arreglo con AEC (durante la temporada de lluvias) superó los reportes para un ASP de *L. leucocephala* con *C. nlemfuensis* (9.35 %) y un SCA de *C. nlemfuensis* (9.02 %) <sup>(29)</sup>. El contenido de ceniza está relacionado con la disponibilidad de minerales que cumplen función electrolítica, los cuales están involucrados en la presión osmótica, el equilibrio y la permeabilidad de membranas y tejidos, así como en las funciones catalizadoras <sup>(31)</sup>, por lo cual es importante que los pastos muestren un nivel adecuado para la dieta del ganado.

En comparación con el SCA, el nivel de FC registrado en los ASP fue ligeramente más bajo. Un comportamiento similar se reportó para la fracción de tallo y hoja de *C. nlemfuensis* cultivadas bajo SCA y en asociación con *L. leucocephala* <sup>(29)</sup>. Estos resultados pueden estar relacionados con el efecto de sombra producido por las copas de los árboles, que puede reducir la evaporación y mejorar la dinámica de los nutrientes <sup>(32)</sup>. Además, los sistemas silvopastoriles proporcionan fibra de mejor calidad y fácil de digerir, reduciendo la emisión de metano entre un 30 % y un 40 % en comparación con el SCA <sup>(33)</sup>.

Por otro lado, los altos niveles de PT reportados para los ASP, sugieren que los árboles de *A. acuminata* realizan simbiosis con microorganismos fijadores de nitrógeno, permitiendo mejorar el contenido proteico y nutricional del CF <sup>(34)</sup>. Dichos resultados presentan similitud con el reporte para un ASP de *P. clandestinum* con *Sambucus nigra* (16.6 %), ya que fue superior al registro del SCA (13.9 %) <sup>(28)</sup>. Por su parte, otro estudio no mostró marcada diferencia entre los sistemas, reportando 15.61 % de proteína cruda en los ASP (*A. acuminata* con *P. clandestinum*) y 15.51 % en SCA <sup>(35)</sup>.

El nivel de EB reportado en época lluviosa muestra que los ASP (excepto en ADP) alcanzaron valores superiores al de SCA (4,555 kcal/kg). Resultados con tendencia similar se describieron en ASP con *Buddleja incana*, *Buddleja coriaceae* y *Polylepis racemosa*, donde los pastos alcanzaron EB de 4,182.78, 4,179.11 y 4,182 kcal/kg, respectivamente, siendo superior al valor reportado en el SCA (3,838.56 kcal/kg) <sup>(36)</sup>. Por último, cabe mencionar que, en época seca, el nivel de EB en el SCA (4,462 kcal/kg) fue superior a la EB en los ASP.

En conclusión, el sistema a campo abierto presentó el mayor número de familias botánicas, pero la mayoría de especies deseables para los animales de pastoreo se encontró en los arreglos silvopastoriles con árboles en callejones. Las familias con mayor importancia para el componente forrajero de los sistemas productivos fueron: Poaceae, Fabaceae y Asteraceae. Los niveles de productividad, materia seca y composición nutricional (proteína total y energía bruta) fueron superiores en todos los arreglos silvopastoriles, especialmente en el área de árboles en callejones, siendo esto importante para la producción de ganado lechero.



**Literatura citada:**

1. Malleux J. Mapa forestal del Perú. Memoria explicativa. Universidad Nacional Agraria; 1975.
2. MINAM. Mapa de deforestación de la Amazonía Peruana: Causas de la deforestación. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú; 2000.
3. Dancé J. Tendencias de la deforestación con fines agropecuarios en la Amazonía Peruana. Rev For Perú 1981;10(1-2):1-8.
4. Martino D. Deforestación en la Amazonía: principales factores de presión y perspectivas. Rev sur 2007;(169):3-20.
5. Aldy JE, Hrubovcak J, Vasavada U. The role of technology in sustaining agriculture and the environment. Ecol Econ 1998;26(1):81-96.
6. INEI. IV Censo Nacional Agropecuario: Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú; 2012. <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/> Consultado 20 Feb, 2018.
7. Mahecha L. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Rev Colomb Cienc Pecu 2003;16(1):11-18.
8. Betancourt H, Pezo D, Cruz J, Beer J. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. [Memoria]. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible y III Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. Cuba; 2006.
9. Tejos R. Alternativas de mejoramiento de pasturas degradadas. X Seminario de Pastos y Forrajes. 2006:25-33.
10. Ibrahim M, Villanueva C, Casasola F, Rojas J. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. Past y Forr 2006;29(4):383-419.
11. Lang I, Gormley L, Harvey C, Sinclair F. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. Agrofor Am 2003;10(39-40):86-92.
12. Harvey C, Medina A, Sánchez D, Vélchez S, Hernandez B, Saenz J, *et al.* Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. Ecol Appl 2006;16(5):1986-1999.

13. Harvey CA, Haber WA. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agrofor Syst* 1998;44(1):37-68.
14. Zamora S, García J, Bonilla G, Aguilar H, Harvey C, Ibrahim M. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agrofor Am* 2001;8(31):31-38.
15. IIAP. Zonificación ecológica y económica del Departamento de Amazonas. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Amazonas, Perú. 2007.
16. Arakaki M, Cano A. Composición florística de la cuenca del río Ilo-Moquegua y Lomas de Ilo, Moquegua, Perú. *Rev Peru Biol* 2003;10(1):5-19.
17. Alegría F. Inventario y uso sostenible de pastizales en la zona colindante a los depósitos de relavera de Ocroyoc-Comunidad de San Antonio de Rancas-Pasco [tesis maestría]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013.
18. Flórez A. Manual Pasto y Forrajes Altoandinos. Lima ITDG AL, OIKOS. ISBN N° 9972-47-115-2. 2005:53.
19. Ainalis AB, Tsiouvaras CN, Nastis AS. Effect of summer grazing on forage quality of woody and herbaceous species in a silvopastoral system in northern Greece. *J Arid Environ* 2006;67(1):90-99.
20. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
21. McKnight PE, Najab J. Mann-Whitney U Test. The Corsini encyclopedia of psychology. Weiner IB, Craighead WE, editors. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc; 2010.
22. Puma EM. Comparativo de dos métodos de determinación de la condición de un pastizal tipo pajonal de Pampa en el Cicas la Raya-FAZ-UNSAAC [tesis licenciatura]. Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2014.
23. Oliva SM. Influencia de factores socioeconómicos y ambientales sobre la adopción de tecnologías silvopastoriles por productores ganaderos, distrito de Molinopampa, Amazonas, Perú [tesis maestría]. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2016.
24. Crespo G. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Rev Cubana Cienc Agríc* 2008;42(4):329-335.
25. Nair PKR, Kumar BM, Nair VD. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *J Plant Nutr Soil Sci* 2009;172(1):10-23.

26. McAdam JH, Burgess PJ, Graves AR, Rigueiro-Rodríguez A, Mosquera-Losada MR. Classifications and functions of agroforestry systems in Europe. In: Rigueiro-Rodríguez *et al.* editors. *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. 2009:21-41.
27. Rigueiro-Rodríguez A, Fernández-Núñez E, González-Hernández P, McAdam JH, Mosquera-Losada MR. Agroforestry systems in Europe: productive, ecological and social perspectives. In: Rigueiro-Rodríguez *et al.* editors. *Agroforestry in Europe: current status and future prospects*. 2009:43-65.
28. Cárdenas CA, Rocha C, Mora JR. Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. *Rev Colombiana Cienc Anim* 2011;4(1):29-35.
29. Maya GE, Durán CV, Ararat JE. Valor nutritivo del pasto estrella solo y en asociación con leucaena a diferentes edades de corte durante el año. *Acta Agron* 2005;54(4):41-46.
30. Gaviria X, Rivera JE, Barahona R. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Past y Forr* 2015;38(2):194-201.
31. Proaño F, Stuart JR, Chongo B, Flores L, Herrera M, Medina Y, *et al.* Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como protección ante la degradación ruminal bovina. *Rev Cubana Cienc Agríc* 2015;49(1):35-39.
32. Pezo D, Romero F, Ibrahim M. Producción manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Fernández S. editor. *Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano*. FAO, Oficina regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 1992:47-98.
33. Sánchez B. *Sistemas silvopastoriles en Honduras: Una alternativa para mejorar la ganadería*. Tegucigalpa, Honduras. FAO. 2014:36.
34. Yamamoto W, Ap Dewi I, Ibrahim M. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agric Syst* 2007;94(2):368-375.
35. Gualdrón EG, Padilla CE. Producción y calidad de leche en vacas Holstein en dos arreglos silvopastoriles de acacia y aliso asociadas con pasto kikuyo. *Rev Cienc Anim* 2008;(1):7.
36. Gonzalez J. *Evaluación de tres sistemas silvopastoriles para la gestión sostenible de los recursos naturales de la microcuenca del río Chimborazo*. [tesis pregrado]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2009.