	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 10</b>

16.

<b>FECHA</b>	viernes, 9 de junio de 2023
--------------	-----------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Seccional Ubaté
------------------------	-----------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
-----------------	------------------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia
---------------------------	-----------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Murcia Rodríguez	Sergio Alejandro	1.007.367.134
Rincón Tocanchón	Brayan Ferney	1.003.880.709


Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Cortés Cortés	Javier Eduardo

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
Uso Potencial De Sistemas Silvopastoriles En Ganadería Bovina: Efecto Nutricional Y Ambiental En Trópico Alto Colombiano

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 10</b>

<b>SUBTÍTULO</b> <b>(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN</b>	
<b>INDICADORES</b>	<b>NÚMERO</b>
ISBN	
ISSN	
ISMN	

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
01/04/2023	26


<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Nutrición animal	Animal nutrition
2. Alternativas alimenticias	Feed alternatives
3. Sostenibilidad	Sustainability
4. Productividad	Animal performance
5. Ambiental	Environmental
6.	

<b>FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>Arguello Rangel J, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Desarrollo de novillas BON x Cebú en un silvopastoril de Tithonia diversifolia, en Antioquia, Colombia. <i>Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial</i> 2020;18(2):48.</li> <li>Gallego Castro LA, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Calidad nutricional de Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. <i>Agronomía Mesoamericana</i> 2017;28(1):213.</li> <li>Zapata Cadavid A, Tapasco Silva BE. Sistemas Silvo pastoriles: Aspectos teóricos y practicas [Internet]. CIPAV. 2020. Available from: <a href="http://www.carder.gov.co">http://www.carder.gov.co</a></li> <li>Oliva M, Leiva S, Collazos R, Vigo Mestanza CN, Maicelo JL. Factores que influyen en la adopción de tecnologías silvopastoriles con la especie nativa Alnus acuminata (aliso). <i>Agrociencia Uruguay</i> 2018;22(2).</li> <li>Lozano Castro N. Lineamientos de política para la Ganadería Bovina Sostenible – GBS / 2021-2050 [Internet]. Bogotá: 2021 [citado 2022 jul 24]. Available from: <a href="https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Lineamientos%20de%20Ganader%C3%ADa%20Bovina%20Sostenible.pdf">https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Lineamientos%20de%20Ganader%C3%ADa%20Bovina%20Sostenible.pdf</a></li> <li>Gómez Ordoñez GA. Propuesta de diseño e implementación de un sistema silvopastoril modelo cercas vivas en la finca “El Silencio” municipio de El Tablón de Gómez</li> </ol>


	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 10</b>

[Internet]. 2022 [citado 2022 jul 16]; Available from: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48371?locale-attribute=fr>

7. Arciniegas Torres SP, Flórez Delgado DF. Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Ciencia y Agricultura* 2018;15(2):107-16.
8. Mejía Díaz E, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesoamericana* 2017;28(1):289.
9. Medina Litardo R, Cobos Mora F, Lombeida Garcia E, Hasang Moran E. Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas –Ecuador. 2020;5:2528-8083. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4421986>
10. Campos Criollo J paola. Macrofauna edáfica de dos sistemas pecuarios en el distrito de conservación de suelos «Corpoica» [Internet]. 2017 [citado 2022 jul 16]; Available from: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/3133/Macrofauna%20ed%C3%A1fica%20de%20dos%20sistemas%20pecuarios%2C%20en%20el%20distrito%20de%20conservaci%C3%B3n%20de%20suelos%20Corpoica%20Tibaitata.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
11. Mario Artunduaga C, Alexandra Huertas M, Carlos Cerón J, Rodríguez Y, Bermúdez J. Estimación de la captura y almacenamiento de carbono y producción de forraje en un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* y pasto *Pennisetum clandestinum* en el municipio de Mosquera, Cundinamarca. *Siembra* [Internet] 2019 [citado 2022 jul 11];2. Available from: <https://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/3549>
12. Portillo López PA, Castro Rincón E, Hernández Oviedo F. Suelos, pastos y sistemas de silvopastoreo Colombia. *Rev Colombiana Ciencias Pecuarias* [Internet] 2021 [citado 2022 jul 11];34:86-104. Available from: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/download/348294/20806957/239467>
13. Avellaneda Y, Castillo J, Mancipe E. Recomendaciones para el desarrollo de sistemas de alimentación bovina en el trópico alto colombiano [Internet]. 2021 [citado 2023 abr 28]. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/356816512\\_Recomendaciones\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_sistemas\\_de\\_alimentacion\\_bovina\\_en\\_el\\_tropico\\_alto\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/356816512_Recomendaciones_para_el_desarrollo_de_sistemas_de_alimentacion_bovina_en_el_tropico_alto_colombiano)
14. Quiñones Chillambo DJ, Cardona Iglesias LJ, Castro Rincón E. Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. *Rev Investig Altoandina* [Internet] 2020;22:3-285. Available from: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.662>
15. Suarez J, Ayala K, Gomez JC. Sistemas silvopastoriles intensivos SSPi [Internet]. 2018 [citado 2022 jul 14]. Available from: [http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/SISTEMAS-SILVOPASTORILES-SSPi\\_baja.pdf](http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/SISTEMAS-SILVOPASTORILES-SSPi_baja.pdf)
16. Cueva Reyes V, Reyes Jimenez JE, Borja Bravo M, Loaiza Meza A, Sánchez Toledano BI, Moreno Gallegos T, et al. Financial and economic evaluation of an intensive low-irrigation silvopastoral system. *Rev Mex Cienc For* [Internet] 2020 [citado 2022 jul 16];11(62). Available from: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/759/2203>
17. Kássio Fedrigo J, Benítez V, Santa Cruz R, Posse JP, Santiago Barro R, Hernández J, et al. Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay. *Veterinaria* 2018;
18. Burkart S, Enciso K, Van der Hoek, Rein Diaz M. Economic benefits of sustainable, forage-based cattle systems in Latin America Business model brief [Internet]. 2021. Available from: <https://flickr.com/photos/usdagov/8411827143/>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 10</b>

19. Castro Rincón E, Cardona Iglesias JL, Meneses Buitrago DH, Morales Montero SP, Zapata Molina JJ, Portillo Lopez PA, et al. Características, uso y manejo de gramíneas y leguminosas en sistemas de producción bovina del trópico alto colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia); 2022.
20. Tamayo Ortiz CV, Alegre Orihuela JC. Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. Siembra [Internet] 2022 [citado 2022 jul 11];9(1). Available from: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>
21. Navas Panadero A, Aragón Henao LF, Triana Valenzuela JF. Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en trópico alto. Rev Med Vet (Bogota) 2020;1(41):71-82.
22. Martínez Mamian CA, Vivas Quila NJ, Morales Velasco S. Agronomic response of forage mixtures in a silvopastoral system in the colombian dry tropics. Dyna(Colombia) 2020;87(213):80-4.
23. Menjura RM, Peñuela LM, Castañeda RD. Influencia de la densidad de árboles de Leucaena en la producción lechera y nitrógeno ureico en vacas F1 Gyr x Holstein. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia 2018;65(1).
24. Carnevalli RA, De Mello ACT, Shozo L, Crestani S, Coletti AJ, Eckstein C. Spatial distribution of dairy heifers' dung in silvopastoral systems. Ciencia Rural 2019;49(10).
25. Carvalho ZG, de Sales ECJ, Monção FP, Vianna MCM, Silva EA, Queiroz DS. Morphogenic, structural, productive and bromatological characteristics of braquiária in silvopastoral system under nitrogen doses. Acta Sci 2019;41(1).
26. Plevich JO, Gyenge J, Delgado AS, Tarico JC, Fiandino S, Utello MJ. Production of fodder in a treeless system and in silvopastoral system in central Argentina. Floresta e Ambiente 2019;26(1).
27. Urbano Estrada MF, Cardona Iglesias J, Castro Rincón E. Variation in the concentration of soluble solids in three forage shrub species of the high tropic of Colombia. Pastos y Forrajes [Internet] 2020 [citado 2022 jul 18];43(3):189-97. Available from: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA647367623&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08640394&p=ACONE&sw=w>
28. Castillo J, Benavides J, Vargas J, Avellaneda Y, García G. Applied research on dairy cattle feeding systems in Colombian high tropics. Revista de Ciencias Agrícolas 2019;36(2):108-22.
29. Navas Panadero A, Hernández Larrota JD, Velásquez Mosquera JC. Producción y calidad de forraje de Sambucus nigra en cercas vivas, trópico alto colombiano Production and quality of forage of Sambucus nigra in living fences, high Colombian tropics. Agronomy Mesoamerican 2021;32(2):523-37.
30. Saavedra Montañez GF, Rodríguez Molano CE. Evaluación del uso de morera (Morus alba) y tilo (Sambucus nigra) sobre algunos parámetros productivos en ganado lechero. Veterinaria y Zootecnia 2018;12(1):14-26.
31. Hugo Jaramillo Á. Evaluación de dos especies arbóreas: Sauco (Sambucus nigra) y Acacia negra (Acacia decurrens) en la alimentación animal [Internet]. SENA. Centro de Biotecnología Agropecuaria Regional Cundinamarca : 2019 [citado 2022 jul 28]. Available from: [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5289/sauco\\_acacia\\_en\\_la\\_alimentacion\\_animal.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5289/sauco_acacia_en_la_alimentacion_animal.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
32. Cardona Iglesias JL, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de Tithonia diversifolia, Cenchrus clandestinum y grasas poliinsaturadas. Agronomía Mesoamericana [Internet] 2017 [citado 2023 abr 28];28(2):405. Available from: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n2/43750618006.pdf>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 10</b>

33. Muñoz Guerrero DA, Navia Estrada JF, Solarte Guerrero JG. El conocimiento local en los Silvopastoriles experiencias de investigación en la region andina [Internet]. 21.a ed. 2018 [citado 2022 jul 14]. Available from: [https://sired.udenar.edu.co/4427/1/libro\\_ECL\\_S.pdf](https://sired.udenar.edu.co/4427/1/libro_ECL_S.pdf)
34. Montoya Vanega CJ. Evaluación de la Adopción Tecnológica de los Sistemas Silvopastoriles en el Municipio San Pedro de los Milagros – Antioquia [Internet]. 2021 [citado 2022 jul 16]; Available from: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39194>
35. Rojas JEH, Arizala JA, Ledesma LM, Houwers HW, Cerón Muñoz MF. Pre Comparación productiva y de calidad en leche de vacas Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico alto. Acta Agron 2021;70(1).
36. de Freitas Santos JM, Andrighetto C, Mateus GP, Lupatini GC, Daldon MS, de Lima LP, et al. Productive performance and ingestive behavior of crossbred heifers in integrated livestock-forest systems. Revista Brasileira de Zootecnia 2022;51.
37. Mogollón OM, Nieto CA, Alarcón AS, Forero DP, Mancipe Muñoz E, Mestra Vargas L. Capítulo IX Estrategias de mitigación de la emisión de metano entérico en modelos de producción de carne [Internet]. 2019 [citado 2023 abr 28]. Available from: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36932/Ver\\_Documento\\_36932.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36932/Ver_Documento_36932.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
38. Galindo Blanco JL, Rodríguez García I, González Ibarra N, García López R, Herrera Villafranca M. Silvopastoral system with Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray: effect on the rumen microbial population of cows [Internet]. En: Pastos y forrajes. 2018 [citado 2022 jul 16]. página 254-61. Available from: [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/en\\_pyf06418.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/en_pyf06418.pdf)
39. Quiñonez Garzón CE. Diseño de un sistema silvopastoril como una alternativa para el manejo sostenible del recurso suelo en la parcela 9 de la finca «la mola» vereda «El molino» Sotará, Cauca [Internet]. 2019 [citado 2022 jul 11]; Available from: <https://docplayer.es/205329030-Carlos-eric-quinonez-garzon.html>
40. Medina CA, Medina Escobar I, Corrales Alvarez JD, Navas Panadero A, Tenjo AI, Borrás Sandoval LM. Efecto de practicas agroecologicos sobre las características del suelo de lechería especializada del Trópico alto colombiano. ResearchGate [Internet] 2020 [citado 2022 jul 11]; Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340998749\\_Efecto\\_de\\_practicas\\_agroecologicas\\_sobre\\_caracteristicas\\_del\\_suelo\\_en\\_un\\_sistema\\_de\\_lecheria\\_especializada\\_del\\_tropico\\_alto\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/340998749_Efecto_de_practicas_agroecologicas_sobre_caracteristicas_del_suelo_en_un_sistema_de_lecheria_especializada_del_tropico_alto_colombiano)
41. López AZ, Rodriguez Serrano AC, Benavides Cruz JC, Galarza CM, García Castro FE. Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 2020;31(4).

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 10</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa alimenticia en sistemas de producción bovino doble propósito, dado sus grandes ventajas nutricionales respecto a las pasturas convencionales y el efecto medioambiental positivo que promueve la sostenibilidad de los mismos. Por lo tanto, la intención de esta investigación documental fue describir los efectos productivos y ambientales del uso de sistemas silvopastoriles en sistemas de producción bovina en el trópico alto colombiano. Para esto, se realizó una búsqueda de información científica que argumentó la variedad de beneficios al suelo, mediante la mejora en el flujo de nutrientes, mayor confort a los animales, mejores producciones de biomasa (kg/FV/arbusto, kg/MS/ arbusto) e incremento de la calidad de la alimentación, de mayor palatabilidad y digestibilidad, en correlación un equilibrio nutricional y ambiental para los animales presentes en el sistema que mejora el rendimiento productivo, ya sea leche o carne. Los árboles o arbustos más eficientes productivamente fueron el saúco negro (*Sambucus nigra* L.) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), en comparación con el aliso (*Alnus acuminata* Kunth) y acacia (*Acacia decurrens* Willd) con reportes reducidos en zonas frías. Sin embargo, son una opción viable para contribuir en el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

Silvopastoral systems are a feed alternative in dual-purpose livestock, due to the nutritional advantages over conventional pastures and the positive environmental effect that promotes their sustainability. Therefore, the intention of this review was to describe the productive and environmental effects of the use of silvopastoral systems in livestock production in the Colombian Andean high lands. For this purpose, a search for scientific information was carried out, arguing the variety of benefits to the soil, the improvement in the flow of nutrients, greater animal comfort, better biomass production (kg/Fv, kg/DM by shrubs) and increased diet quality including improved palatability and digestibility, which enhances the productive performance of the animals. The most efficient productive trees or shrubs were black elder (*Sambucus nigra* L.) and shrub sunflower or mexican sunflower, (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), compared to alder (*Alnus acuminata* Kunth) and acacia (*Acacia decurrens* Willd). There are few reports on the latter, however, they are a viable option to contribute to the development of sustainable livestock systems.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

Calle 6 N° 9 – 80 Ubaté – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8553056 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*


	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 10</b>

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 10</b>

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO X.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero (erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación



	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 10</b>

pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.




j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan

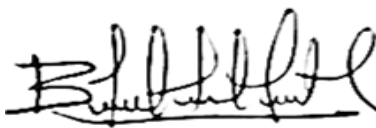
	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 10</b>

que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1.Uso Potencial De Sistemas Silvopastoriles En Ganadería Bovina: Efecto Nutricional Y Ambiental En Trópico Alto Colombiano.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
Brayan Ferney Rincón Tocanchón	
Sergio Alejandro Murcia Rodríguez	Sergio Murcia

21.1-51-20.

**Uso Potencial De Sistemas Silvopastoriles En Ganadería Bovina: Efecto  
Nutricional Y Ambiental En Trópico Alto Colombiano**  
**Potential Use of Silvopastoral Systems in Cattle Farming: Nutritional and  
Environmental Effect in the Colombian High Tropics**

**Brayan Ferney Rincón Tocanchón <sup>1</sup>**

**Sergio Alejandro Murcia Rodríguez <sup>2</sup>**

**Javier Eduardo Cortés Cortés <sup>3</sup>**

**Universidad De Cundinamarca**  
**Facultad De Ciencias Agropecuarias**  
**Programa Zootecnia**

---

<sup>1</sup> Estudiante del programa de Zootecnia, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad De Cundinamarca, Seccional Ubaté

<sup>2</sup> Estudiante del programa de Zootecnia, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad De Cundinamarca, Seccional Ubaté

<sup>3</sup> Docente Tutor de trabajo de grado del programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad De Cundinamarca, Seccional Ubaté

# Uso Potencial De Sistemas Silvopastoriles En Ganadería Bovina: Efecto Nutricional Y Ambiental En Trópico Alto Colombiano

## Resumen

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa alimenticia en sistemas de producción bovino doble propósito, dado sus grandes ventajas nutricionales respecto a las pasturas convencionales y el efecto medioambiental positivo que promueve la sostenibilidad de los mismos. Por lo tanto, la intención de esta investigación documental fue describir los efectos productivos y ambientales del uso de sistemas silvopastoriles en sistemas de producción bovina en el trópico alto colombiano. Para esto, se realizó una búsqueda de información científica que argumentó la variedad de beneficios al suelo, mediante la mejora en el flujo de nutrientes, mayor confort a los animales, mejores producciones de biomasa (kg/FV/arbusto, kg/MS/ arbusto) e incremento de la calidad de la alimentación, de mayor palatabilidad y digestibilidad, en correlación un equilibrio nutricional y ambiental para los animales presentes en el sistema que mejora el rendimiento productivo, ya sea leche o carne. Los árboles o arbustos más eficientes productivamente fueron el saúco negro (*Sambucus nigra* L.) y el botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), en comparación con el aliso (*Alnus acuminata* Kunth) y acacia (*Acacia decurrens* Willd) con reportes reducidos en zonas frías. Sin embargo, son una opción viable para contribuir en el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles.

**Palabras clave:** Nutrición animal, Alternativas alimenticias, Sostenibilidad, productividad, ambiental.

## Abstract

Silvopastoral systems are a feed alternative in dual-purpose livestock, due to the nutritional advantages over conventional pastures and the positive environmental effect that promotes their sustainability. Therefore, the intention of this review was to describe the

productive and environmental effects of the use of silvopastoral systems in livestock production in the Colombian Andean high lands. For this purpose, a search for scientific information was carried out, arguing the variety of benefits to the soil, the improvement in the flow of nutrients, greater animal comfort, better biomass production (kg/Fv, kg/DM by shrubs) and increased diet quality including improved palatability and digestibility, which enhances the productive performance of the animals. The most efficient productive trees or shrubs were black elder (*Sambucus nigra* L.) and shrub sunflower (or mexican sunflower, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), compared to alder (*Alnus acuminata* Kunth) and acacia (*Acacia decurrens* Willd). There are few reports on the latter, however, they are a viable option to contribute to the development of sustainable livestock systems.

**Keywords:** Animal nutrition, Feed alternatives, Sustainability, Animal performance, environmental.

## Introducción

El incremento constante de la población humana ha conducido a la preocupación por producir alimentos proteicos de origen animal, con mayor eficiencia y positivos ambientalmente, sin perder la capacidad de satisfacer la demanda de las personas. La ganadería bovina en trópico alto se caracteriza en lecherías especializadas y actividades doble propósito, establecidas por encima de los 2000 msnm, donde la nutrición juega un papel fundamental para el mantenimiento y producción de los animales; acompañada de una suplementación funcional que se entabla en el uso de concentrados comerciales y materias primas que compiten con la alimentación humana, por consiguiente, se encuentran en nuestro entorno soluciones de tipo arbóreo con aptitudes idóneas en la nutrición animal.

Como indican Arguello et al (2020) <sup>[1]</sup> y Gallego et al (2017) <sup>[2]</sup> “La ganadería actual se ha desarrollado bajo condiciones innatamente convencionales en las que se usan únicamente pasturas, en muchas ocasiones con desbalance de nutrientes en el trópico alto

colombiano”. Esto resulta en que la deforestación es el mayor impacto para el medio ambiente tropical, en gran parte debido a la actividad de la ganadería, de ahí que para 2018 se contabilizaron 197.159 hectáreas deforestadas, además que el 60% presentan un uso ineficiente del suelo y las praderas <sup>[3,4]</sup>.

Adicionalmente, se estima que un millón de hectáreas de uso agrícola (Solo el 24% del total es utilizada en este oficio), han sido reemplazadas por producciones bovinas doble propósito con baja productividad, mientras el sobre uso de la tierra para la misma forma productiva se ubica en un 200% causando alta degradabilidad del componente suelo <sup>[5-7]</sup>. En este orden de ideas, se convierte en trascendental adaptarse a las formas cambiantes de producción que, por lo tanto, son el gran desafío de los productores del país para transformar ganaderías poco competitivas, con disminuida diversidad vegetal, ineficientes y con pérdida de ecosistemas naturales mediante el uso de sistemas silvopastoriles (SSP) que potencialmente diversifiquen y restauren su paisaje natural con efecto positivo sobre la producción agrícola y pecuaria <sup>[8-10]</sup>.

Dado que el equilibrio de los diferentes componentes de los sistemas agropecuarios ha ido cuesta abajo por inadecuados manejos, la eficiencia en correlación ha ido perdiendo capacidad productiva. Se podría decir que, para un manejo correcto y sostenible de los sistemas de producción animal, se debería satisfacer las necesidades primordiales del presente sin comprometer las obligaciones con generaciones futuras, promoviendo la inserción de espacios que contrarresten los efectos negativos y restauren el medio ambiente con relación al suelo-planta-animal <sup>[3]</sup>, estos deberían estar con la disposición de suministrar servicios ambientales, tales como la capacidad de fijación de carbono <sup>[11]</sup>, la protección del suelo, cuencas hidrográficas y la preservación de la biodiversidad <sup>[7]</sup>.

Lozano (2018) <sup>[5]</sup> y Portillo (2021) <sup>[12]</sup> coinciden que “la agroforestería es una forma de agricultura que mejora la producción vegetal sostenible y el favorecimiento a cultivos

asociados”, donde hay variedad de flora en frecuente ciclaje de nutrientes que proporcionan un estado de homeostasis orgánico, un ejemplo claro son las plantas forrajeras aptas para ayudar en el reciclaje de nutrientes del suelo y tener una producción sostenible, las cuales deben administrarse como un cultivo preferiblemente y así potencializar su uso en las ganaderías <sup>[13]</sup>.

Los sistemas silvopastoriles, como modelo ganadero tienen la bondad de promover la mejora en el desempeño productivo del ganado, debido a la función de los árboles en la alimentación animal; su composición nutricional de alta calidad interviene de forma benéfica en el bajo contenido de Carbohidratos no fibrosos (CNF) en las pasturas. Según Quiñones (2020) <sup>[14]</sup> y Suárez (2018) <sup>[15]</sup>, mediante su búsqueda en el uso de especies forrajeras altoandinas destacan que este tipo de prácticas agroforestales se catalogan como una buena estrategia para potenciar la productividad y disminuir las emisiones de compuestos nitrogenados al medio ambiente, con el propósito de restaurar y proteger la capa del suelo, proveer sombra, prolongar el periodo de producción de los pastos e incrementar la fertilidad del suelo, la captación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y transformación continua a oxígeno (O<sub>2</sub>) <sup>[12,15-18]</sup>. Por lo cual se puntualizaron los efectos productivos y ambientales del uso de SSP en sistemas de producción bovina en el trópico alto colombiano.

### **Materiales y métodos**

La búsqueda de información se llevó a cabo en abril y mayo de 2023, mediante una revisión de carácter científico, se dio por incluida información de artículos, secciones de libros, cartillas, bitácoras e informes, los cuales estuvieron disponibles en la búsqueda en idioma español e inglés.

Los términos utilizados en el motor de búsqueda fueron principalmente: “Trópico alto”, “Sistemas silvopastoriles”, “Alimentación bovina”, “Colombia” y “Agroforestería”,

teniendo en cuenta la delimitación temporal de estos, abarcando contenido desde 2017-2023 como rango de publicación.

Posteriormente, se analizó el material de estudio de forma detallada y mediante lectura crítica se organizó la estructura para finalmente sintetizar el material seleccionando la información más coherente y relacionada con el tema central.

## **Resultados**

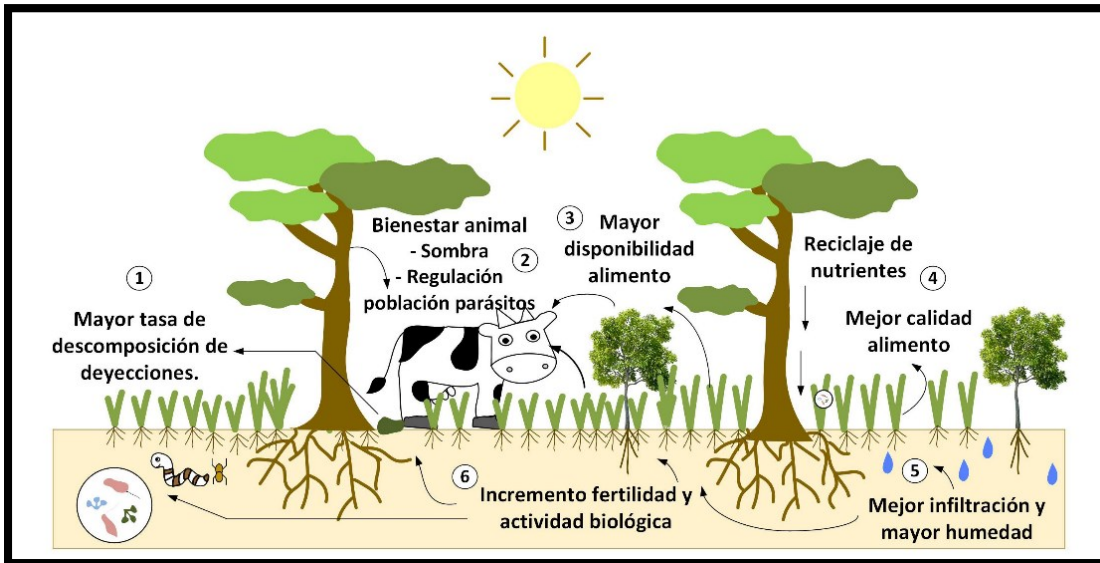
### **Relación suelo-planta-animal**

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, han ido alterando negativamente gracias a la acción del ambiente y el manejo dado por las personas, en especial en el tratamiento agronómico post pastoreo que incrementa el uso de agroquímicos, y donde los cultivos no presentaban rotación por lo cual van declinando los resultados en cosecha, es importante resaltar que se ha intensificado la búsqueda de alternativas arbóreas que mitiguen la degradación constante del suelo. En el caso particular de Gómez (2022) <sup>[6]</sup>, se expuso que, en el departamento de Nariño, puntualmente en el municipio el Tablón de Gómez, se realizó una intervención de tipo silvopastoril a suelos afectados por malas prácticas culturales en cultivos de papa y trigo, a través de la implementación de cercas vivas de aliso y motilón en linderos y divisiones de potreros, considerando el cuidado de más de dos años se identificaron beneficios de restauración de suelos maltratados y sus condiciones agroambientales como corredor biológico, con ello traer un equilibrio ambiental en el tiempo.

Es importante recalcar que un sistema básicamente es la interacción de tipo dinámico de un conjunto de elementos que contribuyen entre sí para cumplir un objetivo, ser eficaces en la producción pecuaria, sumado a esto la alimentación animal se basa en los forrajes, dado su economía y disposición continua en los sistemas ganaderos del trópico alto colombiano, sin embargo, su manejo y uso es primordial para que en conjunto con el criterio técnico se obtengan mejores resultados <sup>[19]</sup>.



Tamayo (2022) <sup>[20]</sup> afirma que, “Podemos observar la conexión de agriculturas sostenibles, las cuales están ampliamente plasmadas bajo el eje central del suelo como componente principal para la producción de alimentos” (Figura 1). En congruencia, los sistemas silvopastoriles brindan variedad de beneficios al suelo, tomando como ejemplo el departamento de Antioquia, municipio de San Pedro de los Milagros, se evaluó el uso de tratamientos nutricionales donde el factor común era la inclusión de aliso y botón de oro en pasturas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y ryegrass (*Lolium perenne*), derivando beneficios agroambientales que se generan en su interacción por medio del constante flujo de nutrientes, en el cual, de forma similar se aumenta la producción de biomasa, y evidencia incrementos en producción y calidad composicional del producto leche, específicamente en los lotes donde está presente esta integración de especies de porte bajo “pasturas” como gramíneas y algunas leguminosas, con especies arbustivas en un estrato medio y alto como árboles <sup>[21]</sup>, En correlación Martínez (2020) <sup>[22]</sup> nos demuestra que el uso de programas arbóreos adaptados en trópico bajo, la adaptación de especies es mayor y el aporte proteico de la dieta incrementa en grandes proporciones debido a la calidad en general de su dieta, por lo cual se complementa de mejor forma su alimentación y esta arroja resultados positivos sobre la producción, además de exponer el aumento de la fertilidad y actividad biológica del suelo, esto es indicador a grandes rasgos del efecto directo que tiende a favorecer de forma directa nuestros sistemas de producción pecuaria.



**Figura 1.** Beneficios de los sistemas silvopastoriles para la ganadería \*Tomado de Tamayo (2022) [20].

A través la mezcla de leguminosas y gramíneas se ha identificado la mejora en el crecimiento y desarrollo de forrajes en las praderas a las cuatro semanas de establecimiento, esto también en colaboración de una fertilización [21,22], además de esto se evidencia la palatabilidad de este tipo de mezclas forrajeras dado a que los animales tienden a tener alta selectividad y en correlación un incremento en el consumo de las gramíneas en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades arbóreas [23].

Siendo así, la inserción de nutrientes minerales en el suelo, principalmente el nitrógeno y fósforo, ha logrado que las cosechas y su contenido nutricional sean mayores a su tratamiento control sin ningún tipo de fertilización [23]. Sin embargo, la sombra creada por los árboles maduros, restringen las emisiones solares al forraje, disminuyendo la respuesta de las plantas a estos fertilizantes dado que se detiene la fotosíntesis y el transporte activo de estos nutrientes [24], de la misma forma la limitación de luz se torna mayor que la de humedad, por lo cual bajo los árboles causa un efecto de esponja que potencializa y racionaliza el uso de esta agua del subsuelo, aumentando así la primera etapa del ciclo de crecimiento de cualquier cultivo asociado que tenga este factor limitante [25]. Asimismo, la cubierta vegetal y el grupo

bacteriano presente en él, forman asociaciones microbianas encargadas de los procesos metabólicos que apoyan el mejor reparto de nutrientes y que resultan en un mayor vigor de la planta <sup>[26]</sup>.

### **Tipos de especies implementadas en trópico alto colombiano**

Algunas especies arbustivas leñosas resaltan en el trópico en su uso para sistemas silvopastoriles (SSP), como el saúco negro (*Sambucus nigra* L.), el botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray), morera blanca (*Morus alba* L.) y nacedero (*Trichanthera gigantea*), además de algunos árboles como aliso (*Alnus acuminata* Kunth) y acacia (*Acacia decurrens* Willd), de amplia importancia en la zona altoandina, dado su producción de biomasa y alto valor nutricional lo cual favorece el balance proteico-energético en el rumen <sup>[12,27,28]</sup>.

Al implementar estos sistemas, se debe tener en cuenta que estos árboles nombrados generalmente contienen altos contenidos de vitaminas, proteínas y minerales, los cuales, en cultivos asociados con pasturas, con altos contenidos de azúcares solubles y fibras, pueden mantener un equilibrio nutricional a los animales presentes en el sistema, lo cual potencializa el buen estado de salud de los individuos del sistema <sup>[15]</sup>.

### **Comparación composicional**

Tamayo (2022) <sup>[20]</sup> y Navas (2021) <sup>[29]</sup> reconocen que “La implementación de sistemas silvopastoriles puede ser aplicada a diversas orientaciones productivas como la crianza de ganado para distintos propósitos”. Esta información se justifica gracias a su entrega nutricional correspondiente y balance de energía-proteína a la dieta del ganado <sup>[14,27,28]</sup>.

Los resultados presentes en la tabla 1 permiten identificar mediante análisis bromatológicos y datos de la literatura que el tilo contiene mayor proteína a los 45-75 días de edad que un botón de oro en iguales condiciones, de igual forma, a mayor número de días de madurez de la planta se reducen los niveles de proteína y aumenta la fibra; de tal modo que la biomasa

también. Asimismo, se denota que los carbohidratos no fibrosos resultan ser siempre mayores del 30% en el tilo entre los 45-75 días de edad que un botón de oro que no supera los 23.5 según reportes, lo cual incrementa la densidad energética de la dieta y mejora la cantidad de proteína bacteriana que genera en el rumen. De la misma manera, en su porte energético (ENI) y % Digestibilidad respectivamente el tilo es superior al botón de oro generando mayor aprovechamiento de los nutrientes en el animal.

Además, se logra observar el aporte hecho por Saavedra (2018) <sup>[30]</sup>, de modo que podemos apreciar que la harina de tilo cosechada con la misma edad que la harina de morera resulta ser potencialmente más nutritiva respecto a su nivel de proteína, FDN, energía y % digestibilidad, solamente contrarrestando en FDA, y donde solo la acacia proteicamente se acerca en promedio a 100 días de edad.

**Tabla 1.** Composición nutricional y digestibilidad de especies forrajeras de uso silvopastoril en ganaderías de trópico alto colombiano

(Autores, 2023).

Característica	Tilo o sauco negro						Botón de oro						Acacia negra	Morera blanca (H)
	45	60	75	90	NR	70 (H)	45	56	60	60	70	75		
<b>Edad (días)</b>	45	60	75	90	NR	70 (H)	45	56	60	60	70	75	NR	70
<b>MS (g/100g BH)</b>				19.7	16			12.7						
<b>PC (g/100g MS)</b>	28.9	25.7	25.2	23.7	24.87	22	28.1	13.4	27.2	20.1 - 27.5	17.2	23.4	22.6	20
<b>FDN (g/100g MS)</b>	26.8	30.4	27.3	35.6		55.3	31.3	52.3	33.1	38.6 - 54.5	39.0	37.1	30.0	33.9
<b>FDA (g/100g MS)</b>				18.7		22.8		48.6			27.2		11.0	23.9
<b>CNF (g/100g MS)</b>	30.5	37.9	33.5				23.5		23.1	9.7 - 18.4				
<b>ENI (Mcal/kg)</b>	1.7	1.6	1.6	1.5		1.23	1.6		1.6			1.5		0.87
<b>Digestibilidad*</b>	78.8	77	76.4	72.6			77.5		76.5			72.5		
<b>Referencia</b>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>		Navas (2021) <sup>[29]</sup>	Jaramillo (2019) <sup>[31]</sup>	Saavedra (2018) <sup>[30]</sup>		Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Gallego et al (2017) <sup>[2]</sup>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Mejía (2017) <sup>[8]</sup>	Cardona (2017) <sup>[32]</sup>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Jaramillo (2019) <sup>[31]</sup>	Saavedra (2018) <sup>[30]</sup>

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDN: fibra insoluble en detergente neutro, FDA: fibra insoluble en detergente ácido, CNF: carbohidratos no fibrosos, ENI: energía neta de lactancia, \*: digestibilidad de la materia seca (g/100g), NR: no reportado, H: en harina

## Comparación Productiva

Como se demuestra en la Tabla 2, en la central de biotecnología agropecuaria el tilo evaluado manifestó una mayor producción de biomasa con cortes cada 150 días, lo que indica que a medida que aumenta su tiempo de cosecha, así mismo aumenta la producción, cabe recalcar que su producción de materia seca puede superar las 15 Ton/año con una densidad de 2.000 plantas/HA a manera de banco forrajero, por otro lado se comparó con un corte de una cerca viva con una edad de más de trece años, donde a los 90 días con densidad de 150 plantas cada 226 m potencialmente alcanza 3.9 Ton MS/año.

**Tabla 2.** Producción de biomasa de diferentes especies forrajeras de uso silvopastoril en ganaderías de trópico alto colombiano (Autores, 2023).

Características	Tilo o saúco negro			Botón de oro			Acacia negra
	75	90	150	50	56	75	
<b>Edad (días)</b>	75	90	150	50	56	75	
<b>Producción arbusto (kg/FV)</b>	2.6	7.4	12			5.8	0.038
<b>Producción arbusto (kg/ MS)</b>		1.4					
<b>Producción (Ton/FV/HA/año)</b>		19.8		21.2 -			
				31.4			
<b>Producción (Ton/ MS/ HA/año)</b>		3.9	15.6		20.7		
<b>Referencia</b>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Navas (2021) <sup>[29]</sup>	Jaramillo (2019) <sup>[31]</sup>	Mejía Gallego et al (2017) <sup>[8]</sup>	Gallego et al (2017) <sup>[2]</sup>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Jaramillo (2019) <sup>[31]</sup>

De igual forma, la capacidad productiva expresada en forraje verde y materia seca, el botón de oro resulto ser mayor que la del tilo y la acacia con mínimos resultados, donde a los 75 días de cosecha los supera por 3.2 kg de biomasa vegetal por arbusto respectivamente.

De forma similar, Castillo et al (2021) <sup>[28]</sup>, nos da a conocer que en una finca de la localidad de Usme se integró una comparación entre dos formas de manejo, la primera al en integración silvopastoril con alisos de 6 años de establecidos aproximadamente, y la segunda en lotes donde su presencia fue totalmente nula, de tal manera se denoto un aumento de la biodiversidad de la pradera (kikuyo, ryegrass y falsa poa) entorno a su calidad y biomasa, incrementando así la proteína bruta (23%) y la cantidad de forraje por hectárea o un (53%) respectivamente, en la entrada de animales a pastorear la capacidad de carga fácilmente doblo (100%), la relación forraje vivo/muerto aumento (85%) gracias a la interacción biológica y, en consecuencia, el ascenso productivo de carne en alrededor del 900 % y de la cantidad de leche por hectárea (entre el 60 y el 314 %) al finalizar el noveno año de evaluación.

### **Comparación productiva en el animal**

En la tabla 3 se aprecia que el botón de oro es la forrajera que presento mayor nivel de inclusión en reemplazo de un concentrado comercial, en los animales sin afectar su metabolismo y condiciones de salud, colaborando en menos gastos para la empresa ganadera.

Por otra parte, se realizó una evaluación de harinas en la dieta isoproteica, expresando mejoras en la calidad composicional de la grasa láctea, la proteína láctea y el % sólidos totales, en comparación de una dieta a base de monocultivo de kikuyo y concentrados comerciales, donde la harina de tilo con kikuyo demostró tener mejores resultados que la morera con kikuyo en base a la calidad de la leche, pero menos en la cantidad; y donde el botón de oro en estado vegetativo es potencialmente mejor que los ya nombrados en proteína y grasa.

**Tabla 3.** Productividad animal bajo suplementación de diferentes especies forrajeras de uso silvopastoril en ganaderías de trópico alto colombiano (Autores, 2023).

Características	Tilo o saúco negro		Botón de oro	Morera blanca (H)	Botón de oro + aliso *	Acacia amarilla **
<b>Edad (días)</b>	60	70 (H)		70	28-30	
<b>Inclusión</b>	3-6 kg	25 %	≈35 %	30 %	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
<b>Efecto en la producción (L)</b>		+1.41		+1.63	+2,9	+ 4.8
<b>Proteína (%)</b>		2.9	3.2	2,7	+53	
<b>Grasa (%)</b>		3.2	3.9	3.1	+83	
<b>Sólidos Totales (%)</b>		11.6		11.2		
<b>NUL (mg/dL)</b>						-2.8
<b>ADP (g/día)</b>	670 - 290					
<b>Referencia</b>	Jaramillo (2019) <sup>[31]</sup>	Saavedra (2018) <sup>[30]</sup>	Mejía (2017) <sup>[8]</sup>	Saavedra (2018) <sup>[30]</sup>	Urbano (2020) <sup>[27]</sup>	Muñoz et al (2018) <sup>[33]</sup>

H: en harina, \* Suplemento de pasto Ryegrass, \*\* Ofrecido junto con papa y carrizo, NUL:Nitrógeno ureico en leche, ADP: Aumento diario promedio.

Se reportó por Muñoz et al (2018) <sup>[33]</sup> que al pastorear novillos en plantaciones cercanas de aliso con edades de aproximadamente 12 años aumentaron en un 33% más su peso a comparación del pastoreo en pasto kikuyo sin ninguna protección a las condiciones ambientales que este genera. Igualmente, esta especie endémica de los “bosques de niebla” y muy reconocida por su perfil restaurador ecológico, presenta un follaje mediano, que mejora de gran forma la entrada de luz a las gramíneas, generando mayores fotosíntesis en las praderas <sup>[34]</sup>, pero que, sin embargo, se ha confirmado que provoca abortos en el tercer tercio de la gestación, probablemente por su alto consumo y efecto tóxico en el útero del animal <sup>[3]</sup>.

En ese mismo orden de ideas se resaltan asociaciones nutricionales con pasturas ryegrass y árboles como botón de oro y aliso sin efectos significativos, pero que reducen la



suplementación proteica <sup>[35]</sup>, esto anterior argumentado por De Freitas (2022) <sup>[36]</sup>, que interpreta el aumento de proteína bruta en los forrajes, experimentado por una menor dilución y translocación del nitrógeno absorbido en su parte más distal al suelo.

Según Burkart et al (2021) <sup>[18]</sup> y Menjura (2018) <sup>[23]</sup> reportan que “En un período prolongado de sequía con sistemas silvopastoriles varios, se puede seguir teniendo abundante material vegetal, ya que mediante la ganadería tradicional con praderas mejoradas se mantenían de 1 a 1.5 bovinos por hectárea, y el resultado de este método agroforestal es un aumento en la capacidad de carga (CC) de 3 a 4 bovinos por hectárea, aumentando índices económicos y productivos en las fincas”, lo cual ratifica el beneficio mutuo de planta – suelo - animal para su correcto equilibrio orgánico de nutrientes.

### **Efecto ambiental**

En general, los trópicos son actualmente los más afectados por el cambio climático. Los cambios de temperatura, precipitación y la forma en que se asumen estos procesos en periodicidad e intensidad da razón a alteraciones extremas que son consecuencia directa de los gases efecto invernadero (GEI).

En consecuencia, se ha ido impulsando la implementación y adaptación de herramientas de manejo y tecnologías que estabilicen el cambio climático, como camino único y beneficioso en el ámbito social (salud y calidad de vida) y económico, evidenciado como sistemas de producción de alimento ambientalmente sostenibles, con incrementos en la disponibilidad de agua y un uso adecuado de la diversidad <sup>[37]</sup>.

El sistema productivo de bovinos se ha intensificado en todas las regiones del país, sin embargo, a este se le ha ido atribuyendo mala reputación dado el impacto degenerativo sobre el medio ambiente. Según Lozano (2021) <sup>[5]</sup> y Cueva et al (2020) <sup>[16]</sup> el medio ambiente requiere de procesos fisiológicos que generan un impacto negativo al contribuir con una proporción de metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que mediante

eructos y heces se incorporan al medio ambiente, y donde los rumiantes que pastorean generan aproximadamente el 18% de los GEI del país, donde 0,2% corresponde a absorciones por forrajes, 3% por gestión de estiércol, el 10,6% corresponde a la fermentación entérica de los animales por su metabolismo y el 31% a pastizales.

Como opina Lozano (2021) <sup>[5]</sup> “Se refleja que la actividad productiva ganadera es la que en mayor proporción de emisiones de GEI produce con 44,4% del total del sector agropecuario”. Sin embargo, se han logrado reducir estos valores, ya que las emisiones de metano fueron aproximadamente 3 veces disminuidas en sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) sin importar la clase de árbol, brindando así una reducción del 13% al 23% en la emisión global.

En concordancia, La asociación de cultivos en sistemas bovinos registra la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entre el 11 y el 40 %, donde los arreglos silvopastoriles de aliso presentes en el área de pastoreo generan una captura de Carbono y disminuyen la dispersión de CH<sub>4</sub> causada por la fotosíntesis de las plantas <sup>[20]</sup>. Además, en estudios realizados por Cardona (2017) <sup>[32]</sup> “La disminución en la producción de metano in vitro al incluir forrajeras como el botón de oro en proporción del 3% de la MS en dietas para rumiantes, mejora el balance de nutrientes al consumirlo el animal e intensifica la mitigación de la emisión de este gas al medio.

Por otro lado, estos actúan como moduladores ruminales, disminuyendo las poblaciones de bacterias metanogénicas como *Archeas metanogénicas*, contribuyendo a que haya menos pérdidas energéticas en la síntesis de metano, la cual es aprovechada para la producción de leche o carne <sup>[14]</sup>, por esta razón Galindo et al (2018) <sup>[38]</sup> ratifica que la mejora en la ecología del rumen es gracias a estos, ya que rompen las fibras y sintetizan de mejor manera proteínas microbianas.

### **Efecto ambiente-animal**

Según lo expuesto por Portillo et al (2021) <sup>[12]</sup> y De Freitas et al (2022) <sup>[36]</sup>. “Los monocultivos de pastura dejan expuestos a los animales a las condiciones climáticas, generando estrés comportamental y calórico, ya que reducen sus actividades cotidianas para el proceso de regulación térmica, afectando negativamente su desempeño”. Todo esto se evidencia a largo plazo donde hay pérdida de condición corporal (CC) y trastornos por la pérdida de peso que genera ausencia de celo y la degeneración de otros parámetros reproductivos e incluso la muerte del animal <sup>[14,39]</sup>, por lo tanto, introducir sombra puede ser una estrategia de manejo que ayudaría a criar estos animales de mejor forma en trópico alto.

**Tabla 4.** *Efectos ambientales de diferentes árboles de uso silvopastoril en ganaderías de trópico alto colombiano (Autores, 2023).*

<b>Características</b>	<b>Aliso</b>	<b>Aliso</b>	<b>Sin especificar</b>
<b>Altitud (msnm)</b>	2725		2600
<b>Temperatura (°C)</b>	13		14
<b>Ubicación</b>	Cerinza, Boyacá	Carupa-Suesca	Saboyá, Boyacá
<b>Efecto en la temperatura ambiental</b>	-2 °C	-2.6 °C	
<b>Reducción T° capa pelaje</b>			-4.6 °C
<b>Reducción de moscas</b>			- 5.2
<b>Referencias</b>	Medina et al (2020) <sup>[40]</sup>	(López et al (2020) <sup>[41]</sup>	(Portillo et al (2021) <sup>[12]</sup>

En efecto, su uso es muy benéfico en el bienestar de los animales, esta información consecuente por lo dicho por Zapata (2020) <sup>[3]</sup>, quien demostró que “La temperatura del medio podría ser inferior hasta 3°C bajo la copa de los árboles, maximizando la frescura y comodidad del ganado”. En la tabla 4 se observa que en un lote que presentaba 35% de cobertura Arborea de aproximadamente 12 años, se obtuvieron datos mediante un datalogger OM (registrador de datos ambientales), registrando bajo la copa de los árboles una

temperatura más confortable en los animales en todas las horas del día, en horario caluroso baja la temperatura representando más frescura en el animal y en las caídas bruscas de temperatura (heladas) funciona de cobertura e incrementa la temperatura para mejor bienestar de estos. Además, los animales que estuvieron cobijados presentaron una hora de estrés al día durante 2 meses, mientras que en áreas fuera de la copa de los árboles estuvieron 8 horas al día durante todos los meses del año, esto siendo variable importante en el crecimiento y productividad de los animales y plantas, la velocidad de descomposición de los desechos orgánicos y los ciclos de vida de la macrofauna edáfica <sup>[40]</sup>.

Por otro lado, en vacas Holstein, el promedio de la mosca de los cuernos (*Haemaetobia irritans*) disminuyó significativamente en el sistema silvopastoril con aliso en comparación al método de pastura kikuyo, acompañado de la reducción de temperatura en su capa de pelaje, respectivamente, con mayor confort en el animal.

De ahí que, estos arreglos arbóreos también permiten realizar un ramoneo por los animales, el cual presenta un efecto directo en la satisfacción de sus requerimientos nutricionales, acompañado de su excelente palatabilidad, que no sólo protege los animales, sino a las pasturas convencionales del viento y la lluvia, contrarrestando el efecto dañino, donde la presencia de copas puede extender la temporada de crecimiento de los cultivos forrajeros en áreas de pocas lluvias <sup>[6]</sup>.

### **Conclusiones**

Los sistemas silvopastoriles en trópico alto son de gran potencial nutricional y ambiental para los sistemas de producción bovino que apuntan a la sostenibilidad y reducción de suplementación proteica en trópico alto colombiano.

El alto aporte de proteína de las especies forrajeras nombradas mejora el balance ruminal y mejora la cantidad de proteína microbiana, generando así menos desgastes energéticos y disminuyendo los GEI producidos por el sistema.

Las especies forrajeras más eficientes productivamente (FV/Arbusto) son el saúco negro y el botón de oro, contrario al aliso y acacia con reportes reducidos en zonas frías.

La especie forrajera más importante en beneficio del bienestar animal es el aliso, dado el aprovechamiento que genera en las partes más altas de Colombia, no solo en suelos sino animales.

### **Recomendaciones**

Se estima que es necesaria más investigación de tipo científico sobre el potencial que tiene el uso de los sistemas silvopastoriles en trópico alto, dado que se encuentra una información muy limitada, contrario a trópico bajo, donde se ha profundizado de gran forma, bajo la índole nutricional, composicional, climático y de bienestar animal.

### **Referencias**

1. Arguello Rangel J, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Desarrollo de novillas BON x Cebú en un silvopastoril de *Tithonia diversifolia*, en Antioquia, Colombia. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 2020;18(2):48.
2. Gallego Castro LA, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana* 2017;28(1):213.
3. Zapata Cadavid A, Tapasco Silva BE. Sistemas Silvo pastoriles: Aspectos teoricos y practicas [Internet]. CIPAV. 2020. Available from: <http://www.carder.gov.co>
4. Oliva M, Leiva S, Collazos R, Vigo Mestanza CN, Maicelo JL. Factores que influyen en la adopción de tecnologías silvopastoriles con la especie nativa *Alnus acuminata* (aliso). *Agrociencia Uruguay* 2018;22(2).
5. Lozano Castro N. Lineamientos de política para la Ganadería Bovina Sostenible –GBS / 2021-2050 [Internet]. Bogota: 2021 [citado 2022 jul 24]. Available from:

<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Lineamientos%20de%20Ganader%C3%ADa%20Bovina%20Sostenible.pdf>

6. Gómez Ordoñez GA. Propuesta de diseño e implementación de un sistema silvopastoril modelo cercas vivas en la finca “El Silencio” municipio de El Tablón de Gómez [Internet]. 2022 [citado 2022 jul 16]; Available from: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48371?locale-attribute=fr>
7. Arciniegas Torres SP, Flórez Delgado DF. Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería. *Ciencia y Agricultura* 2018;15(2):107-16.
8. Mejía Díaz E, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. *Tithonia diversifolia*: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agronomía Mesoamericana* 2017;28(1):289.
9. Medina Litardo R, Cobos Mora F, Lombeida Garcia E, Hasang Moran E. Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas –Ecuador. 2020;5:2528-8083. Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4421986>
10. Campos Criollo J paola. Macrofauna edáfica de dos sistemas pecuarios en el distrito de conservación de suelos «Corpoica» [Internet]. 2017 [citado 2022 jul 16]; Available from: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/3133/Macrofauna%20ed%C3%A1fica%20de%20dos%20sistemas%20pecuarios%2C%20en%20el%20distrito%20de%20conservaci%C3%B3n%20de%20suelos%20Corpoica%20Tibaitata.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

11. Mario Artunduaga C, Alexandra Huertas M, Carlos Cerón J, Rodríguez Y, Bermúdez J. Estimación de la captura y almacenamiento de carbono y producción de forraje en un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* y pasto *Pennisetum clandestinum* en el municipio de Mosquera, Cundinamarca. *Siembra* [Internet] 2019 [citado 2022 jul 11];2. Available from:  
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/3549>
12. Portillo López PA, Castro Rincón E, Hernández Oviedo F. Suelos, pastos y sistemas de silvopastoreo Colombia. *Rev Colombiana Ciencias Pecuarias* [Internet] 2021 [citado 2022 jul 11];34:86-104. Available from:  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/download/348294/20806957/239467>
13. Avellaneda Y, Castillo J, Mancipe E. Recomendaciones para el desarrollo de sistemas de alimentación bovina en el trópico alto colombiano [Internet]. 2021 [citado 2023 abr 28]. Available from:  
[https://www.researchgate.net/publication/356816512\\_Recomendaciones\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_sistemas\\_de\\_alimentacion\\_bovina\\_en\\_el\\_tropico\\_alto\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/356816512_Recomendaciones_para_el_desarrollo_de_sistemas_de_alimentacion_bovina_en_el_tropico_alto_colombiano)
14. Quiñones Chillambo DJ, Cardona Iglesias LJ, Castro Rincón E. Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. *Rev Investig Altoandina* [Internet] 2020;22:3-285. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.662>
15. Suarez J, Ayala K, Gomez JC. Sistemas silvopastoriles intensivos SSPi [Internet]. 2018 [citado 2022 jul 14]. Available from:  
[http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/SISTEMAS-SILVOPASTORILES-SSPi\\_baja.pdf](http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2018/06/SISTEMAS-SILVOPASTORILES-SSPi_baja.pdf)

16. Cueva Reyes V, Reyes Jimenez JE, Borja Bravo M, Loaiza Meza A, Sánchez Toledano BI, Moreno Gallegos T, et al. Financial and economic evaluation of an intensive low-irrigation silvopastoral system. *Rev Mex Cienc For* [Internet] 2020 [citado 2022 jul 16];11(62). Available from: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/759/2203>
17. Kássio Fedrigo J, Benítez V, Santa Cruz R, Posse JP, Santiago Barro R, Hernández J, et al. Oportunidades y desafíos para los sistemas silvopastoriles en Uruguay. *Veterinaria* 2018;
18. Burkart S, Enciso K, Van der Hoek, Rein Diaz M. Economic benefits of sustainable, forage-based cattle systems in Latin America Business model brief [Internet]. 2021. Available from: <https://flickr.com/photos/usdagov/8411827143/>
19. Castro Rincón E, Cardona Iglesias JL, Meneses Buitrago DH, Morales Montero SP, Zapata Molina JJ, Portillo Lopez PA, et al. Características, uso y manejo de gramíneas y leguminosas en sistemas de producción bovina del trópico alto colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia); 2022.
20. Tamayo Ortiz CV, Alegre Orihuela JC. Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra* [Internet] 2022 [citado 2022 jul 11];9(1). Available from: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287>
21. Navas Panadero A, Aragón Henao LF, Triana Valenzuela JF. Efecto del componente arbóreo sobre la dinámica de crecimiento y calidad nutricional de una pradera mixta en trópico alto. *Rev Med Vet (Bogota)* 2020;1(41):71-82.
22. Martínez Mamian CA, Vivas Quila NJ, Morales Velasco S. Agronomic response of forage mixtures in a silvopastoral system in the colombian dry tropics. *Dyna(Colombia)* 2020;87(213):80-4.



23. Menjura RM, Peñuela LM, Castañeda RD. Influencia de la densidad de árboles de *Leucaena* en la producción lechera y nitrógeno ureico en vacas F1 Gyr x Holstein. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 2018;65(1).
24. Carnevalli RA, De Mello ACT, Shozo L, Crestani S, Coletti AJ, Eckstein C. Spatial distribution of dairy heifers' dung in silvopastoral systems. *Ciencia Rural* 2019;49(10).
25. Carvalho ZG, de Sales ECJ, Monção FP, Vianna MCM, Silva EA, Queiroz DS. Morphogenic, structural, productive and bromatological characteristics of braquiária in silvopastoral system under nitrogen doses. *Acta Sci* 2019;41(1).
26. Plevich JO, Gyenge J, Delgado AS, Tarico JC, Fiandino S, Utello MJ. Production of fodder in a treeless system and in silvopastoral system in central Argentina. *Floresta e Ambiente* 2019;26(1).
27. Urbano Estrada MF, Cardona Iglesias J, Castro Rincón E. Variation in the concentration of soluble solids in three forage shrub species of the high tropic of Colombia. *Pastos y Forrajes [Internet]* 2020 [citado 2022 jul 18];43(3):189-97.  
Available from:  
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA647367623&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=08640394&p=AONE&sw=w>
28. Castillo J, Benavides J, Vargas J, Avellaneda Y, García G. Applied research on dairy cattle feeding systems in Colombian high tropics. *Revista de Ciencias Agrícolas* 2019;36(2):108-22.
29. Navas Panadero A, Hernández Larrota JD, Velásquez Mosquera JC. Producción y calidad de forraje de *Sambucus nigra* en cercas vivas, trópico alto colombiano  
Production and quality of forage of *Sambucus nigra* in living fences, high Colombian tropics. *Agronomy Mesoamerican* 2021;32(2):523-37.

30. Saavedra Montañez GF, Rodríguez Molano CE. Evaluación del uso de morera (*Morus alba*) y tilo (*Sambucus nigra*) sobre algunos parámetros productivos en ganado lechero. *Veterinaria y Zootecnia* 2018;12(1):14-26.
31. Hugo Jaramillo Á. Evaluación de dos especies arbóreas: Sauco (*Sambucus nigra*) y Acacia negra (*Acacia decurrens*) en la alimentación animal [Internet]. SENA. Centro de Biotecnología Agropecuaria Regional Cundinamarca : 2019 [citado 2022 jul 28]. Available from:  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5289/sauco\\_acacia\\_en\\_la\\_alimentacion\\_animal.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5289/sauco_acacia_en_la_alimentacion_animal.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
32. Cardona Iglesias JL, Mahecha Ledesma L, Angulo Arizala J. Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana* [Internet] 2017 [citado 2023 abr 28];28(2):405. Available from:  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n2/43750618006.pdf>
33. Muñoz Guerrero DA, Navia Estrada JF, Solarte Guerrero JG. El conocimiento local en los Silvopastoriles experiencias de investigación en la región andina [Internet]. 21.<sup>a</sup> ed. 2018 [citado 2022 jul 14]. Available from:  
[https://sired.udenar.edu.co/4427/1/libro\\_ECL\\_S.pdf](https://sired.udenar.edu.co/4427/1/libro_ECL_S.pdf)
34. Montoya Vanega CJ. Evaluación de la Adopción Tecnológica de los Sistemas Silvopastoriles en el Municipio San Pedro de los Milagros – Antioquia [Internet]. 2021 [citado 2022 jul 16]; Available from:  
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39194>

35. Rojas JEH, Arizala JA, Ledesma LM, Houwers HW, Cerón Muñoz MF. Pre Comparación productiva y de calidad en leche de vacas Holstein pastoreando en diferentes sistemas del trópico alto. *Acta Agron* 2021;70(1).
36. de Freitas Santos JM, Andrighetto C, Mateus GP, Lupatini GC, Daldon MS, de Lima LP, et al. Productive performance and ingestive behavior of crossbred heifers in integrated livestock-forest systems. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2022;51.
37. Mogollón OM, Nieto CA, Alarcón AS, Forero DP, Mancipe Muñoz E, Mestra Vargas L. Capítulo IX Estrategias de mitigación de la emisión de metano entérico en modelos de producción de carne [Internet]. 2019 [citado 2023 abr 28]. Available from: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36932/Ver\\_Documento\\_36932.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36932/Ver_Documento_36932.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
38. Galindo Blanco JL, Rodríguez García I, González Ibarra N, García López R, Herrera Villafranca M. Silvopastoral system with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray: effect on the rumen microbial population of cows [Internet]. En: *Pastos y forrajes*. 2018 [citado 2022 jul 16]. página 254-61. Available from: [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/en\\_pyf06418.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/en_pyf06418.pdf)
39. Quiñonez Garzón CE. Diseño de un sistema silvopastoril como una alternativa para el manejo sostenible del recurso suelo en la parcela 9 de la finca «la mola» vereda «El molino» Sotará, Cauca [Internet]. 2019 [citado 2022 jul 11]; Available from: <https://docplayer.es/205329030-Carlos-eric-quinonez-garzon.html>
40. Medina CA, Medina Escobar I, Corrales Alvarez JD, Navas Panadero A, Tenjo AI, Borrás Sandoval LM. Efecto de practicas agroecologicos sobre las características del suelo de lecheria especializada del Tropico alto colombiano. *ResearchGate* [Internet] 2020 [citado 2022 jul 11]; Available from:

[https://www.researchgate.net/publication/340998749\\_Efecto\\_de\\_practicas\\_agroecologicas\\_sobre\\_caracteristicas\\_del\\_suelo\\_en\\_un\\_sistema\\_de\\_lecheria\\_especializada\\_del\\_tropico\\_alto\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/340998749_Efecto_de_practicas_agroecologicas_sobre_caracteristicas_del_suelo_en_un_sistema_de_lecheria_especializada_del_tropico_alto_colombiano)

41. López AZ, Rodríguez Serrano AC, Benavides Cruz JC, Galarza CM, García Castro FE. Indicadores de bienestar animal en vacas lecheras en un sistema silvopastoril del trópico alto colombiano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 2020;31(4).