

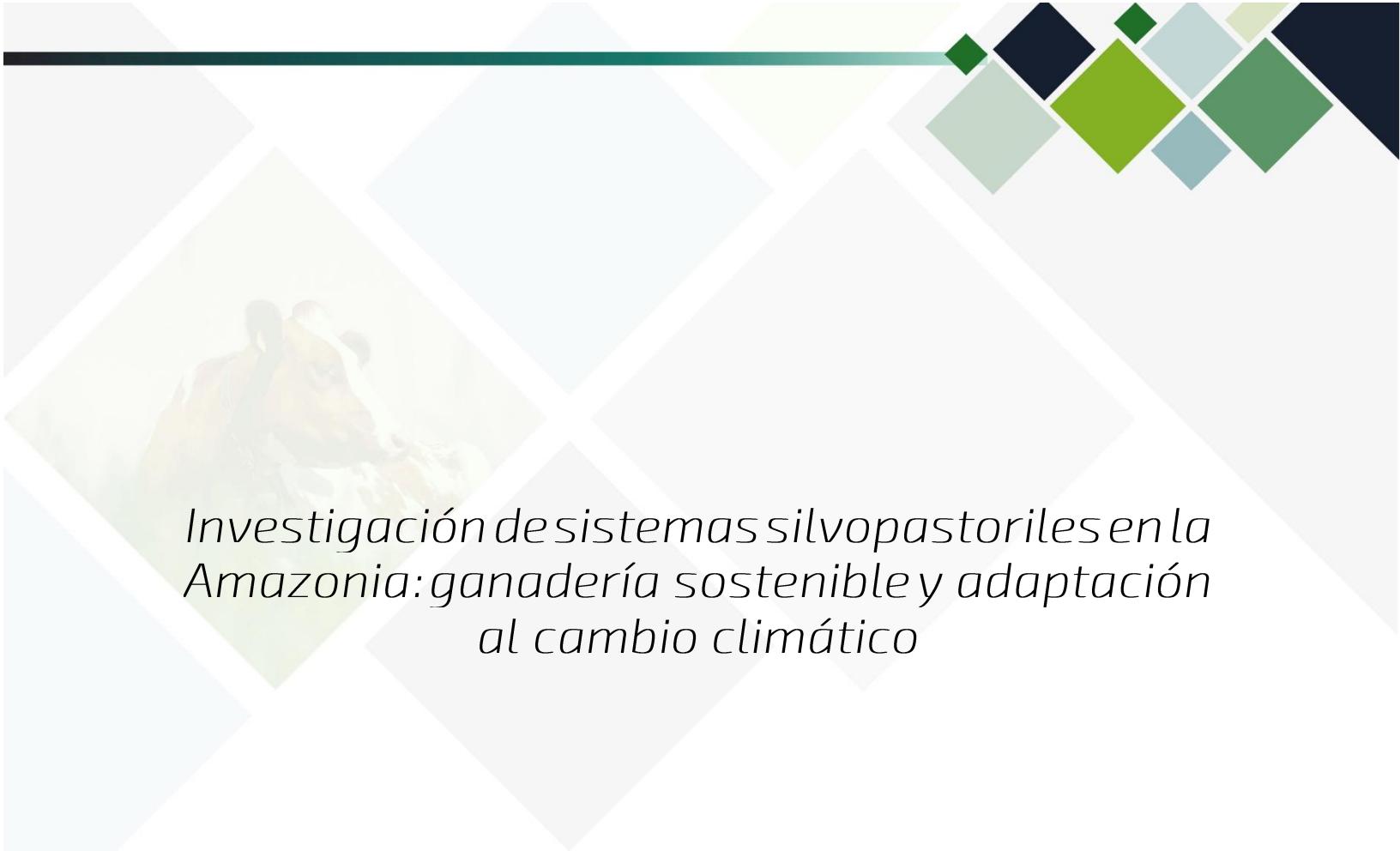
INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA AMAZONIA: *Ganadería Sostenible y Adaptación al Cambio Climático*

Motta-Delgado, P.A., Zambrano-Yepes, J.R., Herrera-Valencia, W.

Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo
sostenible y mitigación del cambio climático

2024





Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático

*Motta-Delgado, P.A., Zambrano-Yepes, J.R., Herrera-Valencia,
W. Editores*



*Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del
cambio climático
Florencia, Caquetá,
Colombia 2024*

Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonía: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático / Motta-Delgado, P.A., Zambrano-Yepes. J.R. & Herrera Valencia, W. (Editores); Florencia (Caquetá, Colombia). Editorial: Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. 75 p. 2024.

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

1. Producción sostenible
2. Pastura mejorada
3. *Brachiaria* spp
4. Degradación de tierras
5. Conocimiento local
6. Amazonía

ISBN: 978-958-52177-2-0

Primera Edición

Editorial: ©Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático Misión Verde Amazonía.

Editores: Pablo Andrés Motta Delgado, Jennifer Rocio Zambrano Yepes, Wilmer Herrera Valencia

Diagramación: Pablo Andrés Motta Delgado

Fotografías de portada: ©Misión Verde Amazonia

Pares evaluadores: Cesar Augusto Cuartas Cardona | Luis Carlos Chaves Moreno

“Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI) del Sistema General de Regalías (SGR), quien financió el proyecto BPIN 2013000100164 denominado *Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá*, el cual es ejecutado por la Gobernación del Caquetá a través de la corporación Misión Verde Amazonia, con el fin de proponer modelos adecuados a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de la Amazonía colombiana, que permitan la reconversión del sistema ganadero extensivo, el incremento de la productividad por unidad de área, la conectividad del paisaje, así como la recuperación y conservación de los servicios ecosistémicos de la Amazonía Noroccidental de Colombia”.

“Los contenidos publicados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y/o editores y en ningún caso representan las posiciones de la gobernación del Caquetá”.



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir, y adaptar la obra con fines no comerciales, siempre que se cite correctamente.

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE MODELOS
ALTERNATIVOS DE PRODUCCIÓN GANADERA EN EL DEPARTAMENTO
DEL CAQUETÁ
BPIN 2013000100164



GOBERNACIÓN DEL CAQUETÁ
EJECUTOR DEL PROYECTO



MISIÓN VERDE AMAZONIA
OPERADOR



FUNDESAM
INTERVENTORÍA

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	4
PARTE 1. ADOPCIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	6
Uso de árboles y arbustos en sistemas ganaderos en el suroccidente del departamento del Caquetá	7
Usage of trees and shrubs in livestock systems from the south-western Caquetá state	8
Nivel de adopción de sistemas silvopastoriles en ganaderías del suroccidente del departamento del Caquetá.....	20
Level of adoption of silvopastoral systems in cattle farms in the south-western of Caquetá state	21
PARTE 2. SISTEMAS SILVOPASTORILES Y PRODUCCIÓN DE LECHE	33
Efecto de modelos silvopastoriles sobre la producción de leche en bovinos de la Montaña, Caquetá, Colombia.....	34
Effect of silvopastoral models on milk production in cattle from La Montaña, Caquetá, Colombia.....	35
Efecto de la densidad de árboles sobre la productividad de leche, noroccidente amazónico colombiano.....	44
Effects of arboreal density on milk productivity, northwest Colombian Amazon	45
PARTE 3. CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y COSTOS.....	52
Caracterización predial de agroecosistemas ganaderos, municipio de Puerto Rico, Amazonia Colombiana	53
Predial characterization of agroecosystems, Puerto Rico Municipality, Colombian Amazon ..	54
Costos de implementación de modelos silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano	62
Costs of implementation of silvopastoral systems in the Colombian Amazonian Northwest ..	63

PRESENTACIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) se destacan como una alternativa de producción sostenible en el marco actual de la problemática de los ecosistemas del noroccidente amazónico colombiano y como herramienta de adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático. De hecho, durante los últimos años el cambio en la cobertura del uso de la tierra ha tenido lugar en la Amazonia colombiana a un ritmo sin precedentes, en este proceso muchas tierras formadas por bosques nativos se han transformado en praderas.

Estos cambios están relacionados con el entorno socioeconómico y ambiental, específicamente asociados a factores como la ganadería extensiva, la extracción de hidrocarburos, la especulación de tierras, o los cultivos ilegales. Sin embargo, y pese al poder de los diversos motores de deforestación, la destrucción de los bosques tropicales ha recibido atención mundial debido a su importancia sobre el secuestro de carbono, los ciclos del agua, la biodiversidad y los posibles efectos globales sobre el cambio climático.

En este sentido, y teniendo en cuenta que la ganadería bovina es la actividad económica más importante y representa el segundo uso del suelo del departamento de Caquetá, las entidades gubernamentales y privadas, la comunidad académica y los campesinos del departamento, han trabajado en la sustitución del modelo de producción ganadera tradicional y extensionista, con el fin de conocer, difundir y apropiar modelos adecuados a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas de la Amazonia colombiana, que permitan el incremento de la productividad por unidad de área, la conectividad de la matriz del paisaje, así como la recuperación y conservación de los servicios ecosistémicos de la Amazonia Noroccidental de Colombia.

Sin embargo, existen diferentes factores que limitan la implementación de modelos de producción sostenible como los SSP, que posibiliten la reconversión del modelo productivo tradicional, entre ellos, el desconocimiento, la percepción errónea de estos modelos, las condiciones socioeconómicas y agroambientales de las diferentes zonas y la incertidumbre respecto al modelo más asertivo para aumentar la productividad y por tanto los ingresos.

Es pertinente profundizar en todos estos aspectos y especialmente en todos aquellos temas que vinculen el conocimiento tradicional. Estas investigaciones permiten consolidar arreglos viables desde el punto de vista técnico, y sobre todo cuentan con la aprobación y aceptación de los productores, lo cual se traduce en mayor adopción y apropiación de los modelos de producción sostenibles. De hecho, la implementación de SSP resulta muy útil cuando se vincula el conocimiento local, se empodera a la comunidad y se incorpora información agroambiental y socioeconómica de los agroecosistemas. El análisis de estas variables posibilita diseñar estrategias de manejo con alternativas que se adaptan al contexto social, reducen los impactos ambientales y aumentan los beneficios económicos para la población campesina del departamento de Caquetá y la Amazonia Colombiana.

Con la finalidad de presentar los conocimientos recopilados y la información generada en el entendimiento y apropiación de los sistemas silvopastoriles en el marco del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá”, nos complace poner a disposición este libro a la comunidad académica, a los ganaderos del departamento del Caquetá, a los tomadores de decisiones, a la sociedad civil y en general a todo el público interesado en trabajar en favor de la implementación de estrategias asertivas de producción sostenible e inteligentes ante el cambio climático que permitan la reconversión ganadera en las áreas intervenidas, ajustadas al contexto socioeconómico y agroambiental de la Amazonía Noroccidental de Colombia como los son los sistemas silvopastoriles.

El libro está estructurado en tres secciones, la primera sobre la adopción de sistemas silvopastoriles, la segunda sobre el rol de los sistemas silvopastoriles y su influencia en la producción de leche y el desempeño animal, y finalmente la tercera sección sobre caracterización predial y los costos asociados a los sistemas silvopastoriles.

PARTE 1. ADOPCIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES



Uso de árboles y arbustos en sistemas ganaderos en el suroccidente del departamento del Caquetá¹

Pablo Andrés Motta-Delgado^{2*}, Angie Liseth Muñoz-Murcia², Wilmer Herrera-Valencia²

²*Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Florencia-Caquetá, Colombia*

[*pmotta@misionverdeamazonia.org](mailto:pmotta@misionverdeamazonia.org)

Resumen

En búsqueda de alternativas sostenibles para la producción ganadera, el manejo del componente arbóreo y arbustivo en los sistemas silvopastoriles (SSP) es una opción viable. Se ha evidenciado que las técnicas de implementación de los SSP alrededor del mundo resultan muy útiles cuando se vincula el conocimiento local. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar los usos de los árboles y arbustos en los sistemas ganaderos por parte de los productores del municipio de San José del Fragua. Se realizó un estudio transversal descriptivo a partir de información recopilada a través de encuestas a productores beneficiarios del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá” residentes en el municipio de San José del Fragua, al suroccidente del departamento del Caquetá, Colombia, para determinar los principales usos que se les da a las especies vegetales arbóreas dentro de los arreglos asociados a las pasturas. Se identificaron 38 especies arbóreas, cuyos principales usos en su orden fueron: sombra (30%), maderable (25%), medicinal (16%), leña (11%), forraje (11%), conservación natural (5%) y alimentación humana (4%). Se encontró además que hubo asociaciones de usos de entre las cuales predominaron sombra-madera y sombra-leña, lo que indica que los productores realizan la elección de las especies a incluir en sus arreglos con base en usos que representen beneficios en su producción ganadera tales como sombra y forraje y en entradas económicas extras como madera y leña.

Palabras clave: agroforestería, sistema silvopastoril, sostenibilidad.

¹Cítese como:

Motta-Delgado, P.A., Muñoz-Murcia, A.L., Herrera-Valencia, W. (2024). Uso de árboles en sistemas ganaderos en el sur del departamento del Caquetá. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. (7-19). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Usage of trees and shrubs in livestock systems from the south-western Caquetá state

Abstract

In search of sustainable alternatives for livestock production, the management of the tree and shrubs components in silvopastoral systems (SPS) is a viable option. It has been shown that the techniques for implementing SPS around the world are very useful when linking local knowledge. For this reason, the aim of this study was to determine the uses of trees and shrubs in livestock systems by producers in the municipality of San José del Fragua. A descriptive cross-sectional study was carried out based on information collected through surveys of beneficiary producers of the project “*Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá*” (Implementation and validation of alternative models of livestock production in Caquetá department) residing in San José del Fragua municipality, south-western Caquetá state, Colombia, to determine the main uses that are given to tree plant species within the arrangements associated with pastures. 38 tree species were identified, whose main uses in their order were: shade (30%), timber (25%), medicinal (16%), firewood (11%), fodder (11%), natural conservation (5%) and human food (4%). It was also found that there were associations of uses among which shade-wood and shade-firewood predominated, indicating that producers make the choice of species to be included in their arrangements based on uses that represent benefits in their livestock production such as shade and fodder and in extra economic entrances such as timber and firewood.

Key words: Agroforestry, silvopastoral system, sustainability.

Introducción

A pesar de que la ganadería es fuente de los mayores aportes de proteína para consumo humano en el mundo, esta actividad productiva, incide negativamente en el ambiente. De hecho, ha tenido implicaciones en la contaminación de las fuentes hídricas, deforestación, compactación de suelos, degradación de zonas no aptas para esta actividad y cambio climático (Patiño et al., 2017; Steinfeld et al., 2009). Esto pone de manifiesto, la urgente necesidad de instaurar prácticas que atenúen las consecuencias que el manejo tradicional de la ganadería ha acarreado, al estado de los ecosistemas de la región amazónica.

En búsqueda de alternativas sostenibles para la producción ganadera, el manejo del componente arbóreo en los sistemas silvopastoriles (SSP) es una opción viable. El componente arbóreo, presente en arreglos agroforestales como los SSP, que involucran gramíneas, leguminosas y especies arbustivas en los sistemas ganaderos (Crespo, 2008), contribuyen a la mitigación del cambio climático (Garrity, 2004), al menguar la presión de la deforestación en los bosques, así mismo, contribuyen en la rehabilitación de suelos degradados (Buitrago-Guillen et al., 2018), y en la reducción de la producción de gases de efecto invernadero (GEI), mejorando el proceso fermentativo a nivel ruminal (Andrade-Rivero et al., 2012); todo esto, se debe a la implementación de técnicas inherentes a los SSP, acordes a la realidad biofísica y socioeconómica de los países tropicales (Izaguirre-Flores & Martínez-Tinajero, 2013).

Se ha evidenciado que las técnicas de implementación de los SSP alrededor del mundo, incluyen amplia diversidad de especies arbóreas. De hecho, el conocimiento acerca de los árboles predominantes, muchas veces proviene de comunidades indígenas y productores que realizan actividades pecuarias (Morcote-Ríos et al., 1998; Nahed et al., 1997), evidenciando su bagaje, en relación a los atributos de leñosas y arbustivas, sus múltiples usos, medicinales, maderables, para leña, postes y cercas vivas (Muñoz-Guerrero et al., 2018).

El conocimiento tradicional resulta muy útil como alternativa silvopastoril en la actividad ganadera (Angel-Sánchez et al., 2017; Jiménez-Ferrer et al., 2008). Especialmente, en zonas con pasturas de baja calidad, fuerte estacionalidad y presión sobre el uso de la tierra (López-Carmona, 2001; Nahed et al., 1998); por ejemplo, en centro América, Jiménez-Ferrer et al., (2008), encontraron presencia de especies nativas, adaptadas a condiciones locales en sistemas tradicionales ganaderos, especies leñosas promisorias en la zona norte-tzotzil de Chiapas, México, con potencial útil para el diseño de fuertes sistemas ganaderos, en éste caso, bajo el modelo de árboles dispersos y cercas vivas mayormente.

Pese al auge de establecimiento de SSP en diferentes lugares del mundo, en el noroccidente de la Amazonia colombiana la implementación de estos sistemas aún es incipiente. De hecho, en investigaciones realizadas por Ruiz et al., (2007), la producción ganadera en el departamento de Caquetá se ha caracterizado por presentar un sistema de manejo tradicional en el que se transforma el bosque en potrero, incluyendo gramíneas naturales y pastos foráneos, sin árboles y

sin rotación de potreros, lo que ha agravado la degradación de suelos, contaminación de fuentes hídricas y emisión de GEI, donde el conocimiento local no se ha incorporado totalmente en el proceso.

Dada la importancia de recopilar el conocimiento tradicional de los productores de la región acerca de las especies arbóreas y sus usos dentro de los sistemas ganaderos, y con la finalidad de divulgar dichos conocimientos, para que sean vinculados y utilizados por los encargados de desarrollar e implementar estrategias alternativas de producción ganadera sostenible, el objetivo de este estudio fue determinar los usos de los árboles y arbustos en los sistemas ganaderos por parte de los productores del municipio de San José del Fragua al suroccidente del departamento del Caquetá.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el noroccidente de la región amazónica colombiana, al suroccidente del departamento de Caquetá, en el municipio de San José del Fragua, entre los $1^{\circ}19'43''$ latitud norte y los $75^{\circ}58'22''$ longitud oeste del meridiano de Greenwich (Figura 1), en 57 predios vinculados al proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento de Caquetá”. El área de estudio presenta temperatura promedio anual $25,6^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 87,1% (IGAC, 1993).

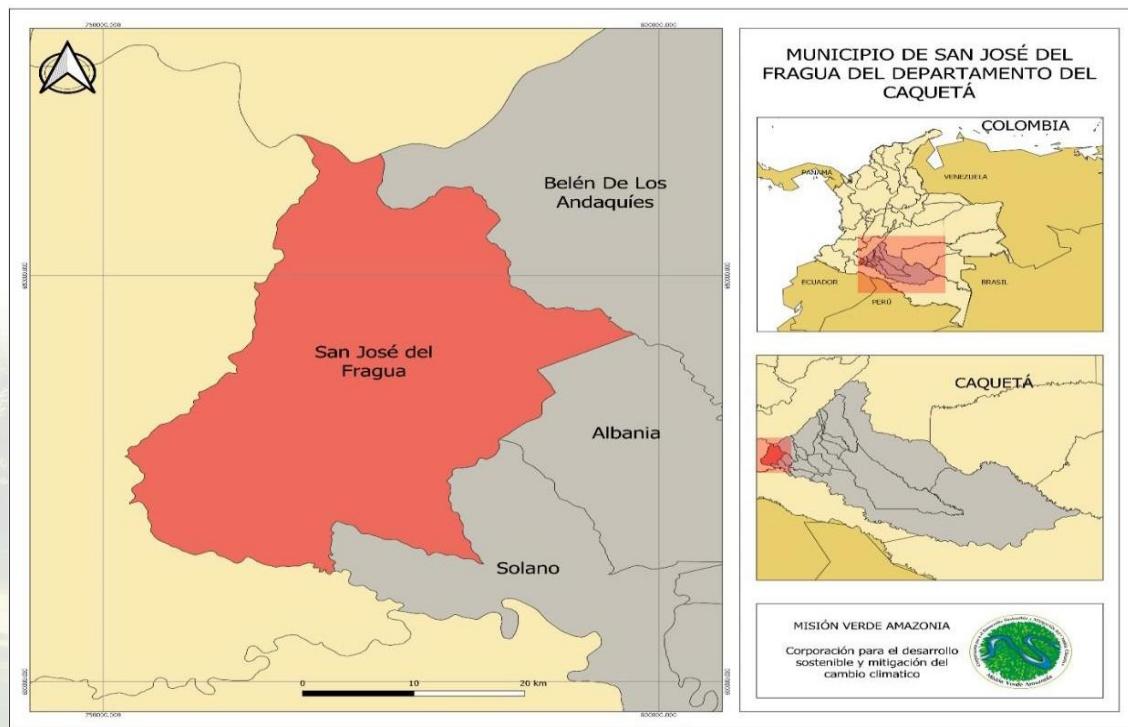


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de San José del Fragua, Caquetá, Colombia

Recolección de la información

A partir de la base de datos de la población beneficiaria del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento de Caquetá”, fueron seleccionados 57 productores para aplicarles encuesta semiestructurada. Durante el primer trimestre del año 2016 fueron realizadas visitas de campo y aplicación de encuestas a productores ganaderos. Se interrogó a los productores acerca de las especies arbóreas presentes en sus arreglos asociados a las pasturas obteniendo nombres comunes y usos más frecuentes, además de recorrido por el predio para la identificación de las especies mencionadas.

Se realizó la validación de los nombres científicos de las en manuales de reconocimiento de plantas en la Amazonia colombiana del Instituto de Investigaciones Científicas SINCHI (Cárdenas-López et al., 2011).

Análisis de información

La información recolectada fue tabulada en hojas de cálculo y posteriormente analizada a través de estadística descriptiva usando tablas de contingencia y estadística multivariada a través de análisis de correspondencias, mediante el software Infostat (Dierenzo et al., 2017).

Resultados y discusión

A partir del análisis de la información, se encontró un total de 38 especies arbóreas y arbustivas, con sus respectivos usos (Tabla 1), predominó el uso de especies usadas para sombra con el 30%, seguido del uso maderable con el 25% y el medicinal con el 16%. En contraste, el uso menos frecuente por los productores fue para alimentación humana 4% (Figura 2).

Tabla 1 Especies arbóreas reportadas por los productores y sus principales usos en el municipio de San José del Fragua, Caquetá, Colombia

Nombre Común	Nombre científico	Usos		Total usos
		S	H	
1 Aceituno-mantequillo	<i>Terorchideum</i> sp	X	X	2
2 Achapo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	X		1
3 Ahumado	<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	X		1
4 Balso	<i>Helicocarpus americanus</i>		X	1
5 Barbasco	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.			1
6 Boca de indio	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	X	X	2
7 Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray		X	1
8 Caimo	<i>Pouteria gomphiiifolia</i> (Mart. Ex Miq.)	X		1

		Radlk.					
9	Carbón	<i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	X	X			2
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	X	X			2
11	Chicalá o cacho	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O.Grose					0
12	Chilco	<i>Sapium jamaicense</i> / Sw		X			1
13	Cobre	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.		X			1
14	Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.		X	X		2
15	Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i> Will. Hill ex Maiden	X			X	2
16	Fono	<i>Eschweilera andina</i> (Rusby) J.F.Macbr.	X		X		2
17	Guamo	<i>Inga leptocarpa</i> T.D.Penn		X	X		2
18	Guarango	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	X	X			2
19	Guasco	<i>Guatteria stipitata</i> R.E.Fr.	X	X			2
20	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.		X	X		2
21	Higuerón	<i>Ficus Insipida</i> Willd				X	1
22	Lacre	<i>Vismia affinis</i> Oliv.		X	X		2
23	Madura plátano	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	X				1
24	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.		X		X	2
25	Martín galviz	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby				X	1
26	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp			X	X	2
27	Mayorquin	No identificado				X	1
28	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. Y Bonpl.) Nees			X	X	2
29	Nim	<i>Azadirachta indica</i>				X	1
30	Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	X				1
31	Palma chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth		X		X	2
32	Palo de Cruz	<i>Brownea ariza</i>				X	1
33	Polvillo	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	X	X			2
34	Pringamoza	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.			X	X	2
35	Samán	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	X				1
36	Tachuelo	<i>Fagara rhoifolia</i> (Lamb.) Engl.	X	X			2
37	Totumo	<i>Crescentia cujete</i> L.		X		X	2
38	Yarumo blanco	<i>Cecropia peltata</i> L.			X		1
Total usos			14	17	6	6	3
					2	9	

M. Madera; S. Sombra; L. Leña; F. Forraje; C. Conservación; A.H. Alimentación Humana; Me. Medicinal.

Cárdenas & Ramírez (2004), por su parte, reportaron un total de 301 especies útiles para la incorporación en sistemas productivos en el departamento del Guaviare; clasificadas en 13 categorías: alimento, maderables, medicinal, conservación, ornamental, sombra, leña, artesanal, forraje, industrial, construcción, colorante y plantas tóxicas, siendo la categoría alimento la más amplia con 82 especies reportadas, seguida de maderables con 75 y conservación con 56, reportando un solo uso por especie.

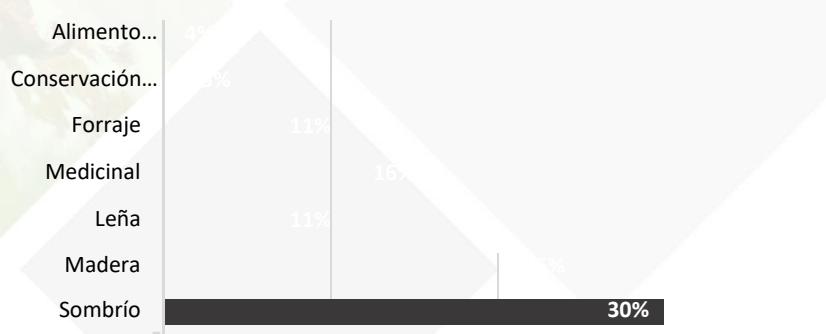


Figura 2. Proporción de usos de especies de plantas acorde a las preferencias de los ganaderos en el municipio de San José del Fragua, Caquetá, Colombia

El 52% de las especies presentaron dos usos; predominando la asociación del uso de madera y sombra, seguido de sombra y leña, mientras que el 44% de las especies tienen un solo uso (Tabla 2).

Tabla 2. Asociaciones de los usos más comunes de las especies arbóreas reportadas por los productores del municipio de San José del Fragua, Caquetá, Colombia

Usos	Species	Nº species
Madera y sombra	✓ <i>Terorchideum</i> sp. ✓ <i>Zygia longifolia</i> ✓ <i>Cedrela odorata</i> L. ✓ <i>Parkia multijuga</i> Benth. ✓ <i>Guatteria stipitata</i> R.E.Fr. ✓ <i>Apeiba tibourbou</i> Aubl. ✓ <i>Fagara rhoifolia</i> (Lamb.) Engl.	7
Leña y forraje	✓ <i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski ✓ <i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	2
Sombra y Alimenta	✓ <i>Cocos nucifera</i> L.	2
Humana	✓ <i>Bactris gasipaes</i> Kunth	
Madera y medicinal	✓ <i>Eucalyptus grandis</i> Will. Hill ex Maiden	1
Madera y conservación	✓ <i>Eschweilera andina</i> (Rusby) J.F.Macbr.	1

natural		
Sombra y leña	✓ <i>Inga leptocarpa</i> T.D.Penn ✓ <i>Psidium guajava</i> L. ✓ <i>Vismia affinis</i> Oliv.	3
Sombra y medicinal	✓ <i>Anacardium occidentale</i> L. ✓ <i>Crescentia cujete</i> L.	2
Forraje y medicinal	✓ <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	1
Forraje y conservación	✓ <i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. Y Bonpl.) Nees	1

Angel-Sánchez et al., (2017), encontraron un total de 84 especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá, identificando la familia *Fabaceae* como el grupo predominante debido a su uso forrajero y la especie *Zygia longifolia* (Carbón) como la especie con el mayor número de usos (6): sombra, mitigación del cambio climático, maderable, conservación de fuentes hídricas, uso en cercas vivas y árboles dispersos en potreros. Por otra parte, Martínez-Tovar et al. (2017), reportaron 49 especies arbóreas para el mismo municipio, de las cuales 20 tenían más de un uso, primando el uso para sombra (25 especies), seguido del uso maderable, al igual que los resultados hallados en este estudio.

Con base en el análisis de correspondencias múltiples, se observaron las preferencias de los usos de las especies arbóreas por parte de los productores (PIP), evidenciando relación de preferencia entre las especies destinadas al uso de leña (L) y forraje (F) con el crecimiento rápido (Cr), al igual, que en las especies destinadas a usos maderables (M) y sombra (S) con el crecimiento lento (Cl). Así mismo, se evidencia la menor preferencia por especies de usos medicinales (Me) y para alimentación humana (AH). De igual manera, los productores asocian a las especies de uso maderable y para sombra con crecimiento lento (Figura 3).

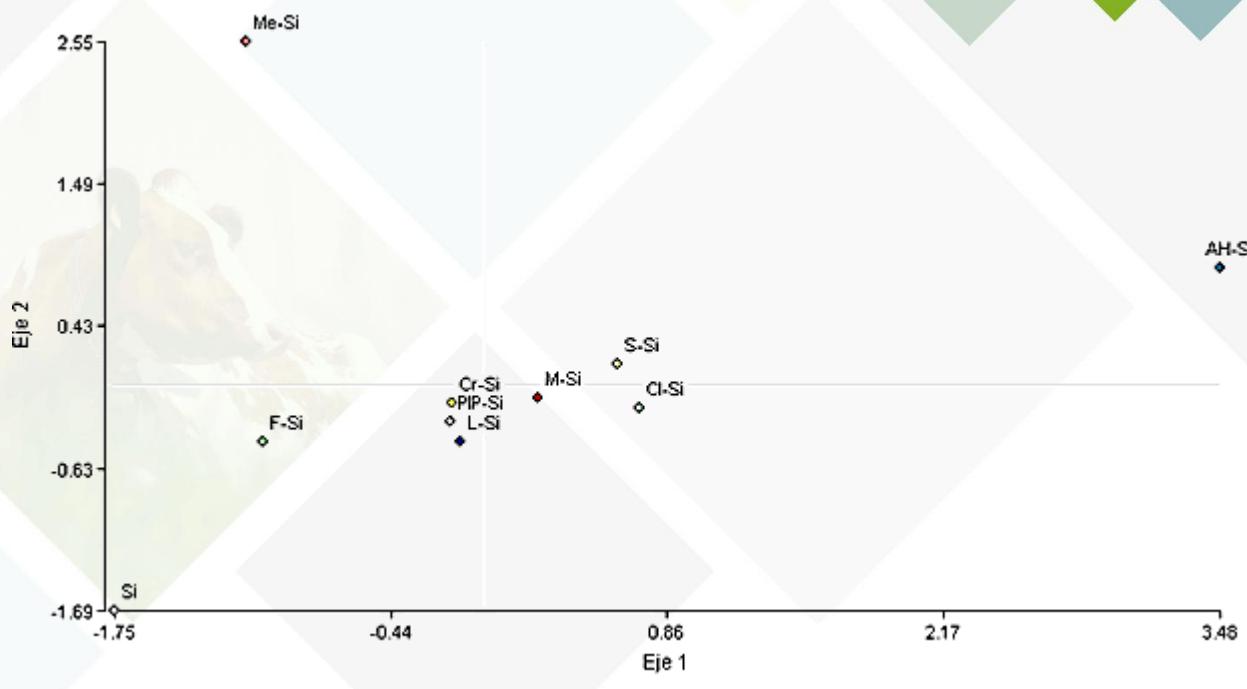


Figura 3. Gráfico Biplot de correspondencias múltiples para preferencias de usos de especies de árboles en el municipio de San José del Fragua, Caquetá, Colombia

En un estudio realizado por Jiménez-Ferrer et al. (2008), fue vital el conocimiento tradicional indígena acerca de las características y cualidades de las plantas forrajeras a la hora de seleccionar especies promisorias para la región, lo cual se vio reflejado en este estudio teniendo en cuenta que en el municipio objeto de estudio habitan comunidades indígenas en zonas rurales que se dedican a la actividad ganadera y que existe un amplio intercambio cultural en la zona; este conocimiento y su puesta en práctica junto con el saber popular a la par con el desarrollo tecnológico deben ser considerados en la búsqueda de la práctica sostenible de la ganadería (Botero & De La Ossa, V., 2010; Izaguirre-Flores & Martínez-Tinajero, 2013; Jiménez-Ferrer & Jong, 2001; Jiménez-Ferrer et al., 2007).

Los productores son conscientes de la importancia de los árboles en sus sistemas productivos, en primer lugar, por el sombrío que brindan a los animales seguido de las ventajas económicas y ambientales; además, del creciente interés en su implementación bajo el modelo de cercas vivas (Bueno-Guzmán et al., 2017), pasturas mejoradas con árboles bajo sistemas silvopastoriles intensivos (Zapata et al., 2007). Así mismo, los productores de la zona estudiada tienen un marcado interés por las especies que brinden sombra a sus animales, lo cual coincide con lo reportado por Muñoz Guerrero et al. (2018), en el departamento de Nariño y por Angel-Sánchez et al. (2017) y Martínez-Tovar et al. (2017), en el departamento del Caquetá.

Muñoz-Guerrero et al. (2018), señalan que los productores reconocen la importancia del componente arbóreo en sus fincas gracias a los beneficios brindados como madera, leña, sombra, protección a los cultivos, usos medicinales, mejora en los suelos por acción de la hojarasca

descompuesta y conservación de la biodiversidad. Esto resulta beneficioso para el estado de los ecosistemas ya que el aporte de sombra hecho por los árboles sumando a la atracción de aves y otros animales portadores de semillas ayuda a la diversificación de la vegetación (Murgueitio & Calle, 1999).

Los productores del municipio de San José del Fragua, por su parte, parecen reconocer la importancia de incluir especies leguminosas en sus pasturas esto se evidencia, por ejemplo, en la preferencia de especies como el matarratón (*Gliricidia sepium*), especie con aporte a la fijación de nitrógeno atmosférico y contribución a la conservación natural (Murgueitio & Calle, 1999). Los árboles no fijadores de nitrógeno, sin embargo, también mejoran las condiciones del suelo con su aporte de materia orgánica y reciclaje de nutrientes (Jose, 2009).

Al respecto, Murgueitio & Calle (1999), señalan que el matarratón favorece al aumento en la concentración de nutrientes y materia orgánica gracias al aporte de hojarasca, mejorando las características del suelo. Por su parte, Gallego, Morales, & Vivas (2014), reportan el matarratón como la especie más utilizada por los productores dentro de sus arreglos forestales en el departamento del Cauca, predominando bajo la modalidad de cercas vivas, seguido de árboles dispersos en potreros y finalmente como sombrío.

Los arreglos agroforestales como los SSP mejoran la calidad y oferta de nutrientes a los animales y por ende mejoran los resultados en la producción láctea en términos de grasa, sólidos no grasos, proteína y sólidos totales, lo que a su vez se refleja en mejores ingresos de los productores (Bentley et al., 2004; Rivera et al., 2015). Estos arreglos además ofrecen servicios tales como, secuestro de carbono, enriquecimiento del suelo, conservación de la biodiversidad, mejora de la calidad del aire y del agua (Jose, 2009), uso maderable, frutal, medicinal, artesanal, construcción, forraje, alimento para la fauna silvestre y control biológico (Harmand et al., 2007).

Conclusiones

Los productores del suroccidente del departamento de Caquetá realizan la elección de las especies de árboles y arbustos a incluir en sus arreglos asociados a pasturas, principalmente, con base en usos que representen beneficios en su producción ganadera como la sombra y el forraje, así como, especies para otros usos y servicios dentro del mismo agroecosistema como la madera y la leña. Por otro lado, la conservación natural no es un factor que los productores de la zona estudiada tengan en cuenta en primera instancia a la hora de instaurar sus arreglos, a pesar de reconocer su importancia.

El conocimiento local y popular de una comunidad sintetizado en creencias, costumbres y saberes recolectados a través del tiempo y de las observaciones, herencia y experimentación con su entorno es importante a la hora de proyectar y establecer sistemas productivos sostenibles, en efecto, son los productores locales, quienes ponen en práctica tanto sus saberes como las nuevas tecnologías adquiridas, y por tanto, constatan la efectividad de las mismas en términos productivos y económicos a través de la praxis.

Agradecimientos

A la gobernación del Caquetá como ejecutor y a Misión Verde Amazonia como operador de los recursos del proyecto BPIN 20130001000164 del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, que permitió la realización de esta investigación.

Referencias

- Andrade-Rivero, E., Martínez-Campos, A. R., Castelán-Ortega, O. A., Ríos-Quezada, J., Pacheco-Ortega, Y., & Estrada-Flores, J. G. (2012). Producción de metano utilizando plantas taniferas como substrato en fermentación ruminal in vitro y efecto de extractos fenólicos en la microflora ruminal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15(2), 301–312. <http://www.revista.ccba.uday.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/841>
- Angel-Sánchez, Y. K., Pimentel-Tapia, M. E., & Suárez-Salazar, J. C. (2017). Importancia cultural de vegetación arbórea en sistemas ganaderos del municipio de San Vicente del Caguán, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 20(2), 393–401. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a17.pdf>
- Bentley, J. W., Boa, E., & Stonehouse, J. (2004). Neighbor trees: Shade, Intercropping and Cacao in Ecuador. *Human Ecology*, 32(2), 241–270. <https://doi.org/10.1023/B:HUEC.0000019759.46526.4d>
- Botero, L., & De La Ossa, V., J. (2010). Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, departamento del magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 2(1), 225. <https://doi.org/10.24188/recia.v2.n1.2010.343>
- Bueno Guzmán, G. A., Pérez López, O., Cerinza, O. J., & González Rodríguez, G. (2017). *Integración de árboles en un arreglo de cercas vivas para los sistemas ganaderos del piedemonte llanero* (César Augusto Jaramillo S, Ed.). https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13254/64212_64908.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., & Narváez-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(1), 31–42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- Cárdenas, D., & Ramírez, J. G. (2004). Plantas Útiles y Su Incorporación a Los Sistemas Productivos Del Departamento Del Guaviare (Amazonia Colombiana). *Caldasia*, 26(1), 95–110. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39355>
- Cárdenas-López, D., Castaño-Arboleda, N., & Cárdenas-Toro, J. (2011). *Plantas introducidas, establecidas e invasoras en Amazonia colombiana*. <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/invasoras%20final%20web.pdf>
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 329–335. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015490001>
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. (2017). *Infostat versión 2017*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Gallego, J., Morales, S., & Vivas, N. (2014). Especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas de producción

ganadera del trópico bajo del departamento del Cauca. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 41–46.
Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/0ef4/0d3676985ef9ae7ffe11f0aba7ff40f39b38.pdf>

Garrity, D. P. (2004). Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems*, 61, 5-17. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000028986.37502.7c>

Harmand, J. M., Ávila, H., Dambrine, E., Skiba, U., De Miguel, S., Renderos, R. V., ... Beer, J. (2007). Nitrogen dynamics and soil nitrate retention in a Coffea arabica-Eucalyptus deglupta agroforestry system in Southern Costa Rica. *Biogeochemistry*, 85(2), 125–139. <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9120-4>

Izaguirre-Flores, F., & Martínez-Tinajero, J. J. (2013). “El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. *Tecnología En Marcha*, 21(1), 28–40. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1336

Jiménez-Ferrer, G., & Jong, B. H. J. De. (2001). El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Veterinaria Mexico*, 32(2), 93–102. <https://doi.org/10.21753/vmoa.32.002.41>

Jiménez-Ferrer, G., López-Carmona, M., Nahed-Toral, J., Ochoa-Gaona, S., & De Jong, B. (2008). Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México Fodder trees and shrubs of the north-tzotzil region of Chiapas, Mexico. In *Vet. Méx* (Vol. 39). <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2008/vm082i.pdf>

Jiménez-Ferrer, G., Pérez-López, H., Soto-Pinto, L., Nahed-Toral, J., Hernández-López, L., & Carmona, J. (2007). Livestock, nutritive value and local knowledge of fodder trees in fragment landscapes in Chiapas, México. *Interciencia*, 32(4), 274–280. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3073616>

Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>

López-Carmona, M. (2001). El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Veterinaria Mexico*, 32(2), 93–102. <https://doi.org/10.21753/vmoa.32.002.41>

Martínez-Tovar, R. A., Rojas-Basto, L. C., Motta-Delgado, P. A., & Herrera-Valencia, W. (2017). Arboreal/Arbustive Component Associated to Livestock Systems in San Vicente del Caguán Municipality, Caquetá-Colombia. *American Journal of Plant Sciences2*, 8, 3162–3173. https://www.scirp.org/html/16-2603438_80601.htm

Morcote-Ríos, G., Cabrera-Becerra, G., & Mahecha-Rubio, D. (1998). Las palmas entre los grupos cazadores-recolectores de la amazonía colombiana. In *Caldasia* (Vol. 20). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17470>

Muñoz-Guerrero, D. A., Navia-Estrada, J. F., & Solarte-Guerrero, J. G. (2018). *El conocimiento local en los sistemas silvopastoriles tradicionales: Experiencias de investigación en la región andina.* (Editorial Universitaria-Universidad de Nariño, Ed.). http://sired.udesar.edu.co/4427/1/libro_ECL_S.pdf

Murgueitio, E., & Calle, Z. (1999). Agroforestería para la producción animal en América Latina. In *Agroforestería para la producción animal en Latinoamerica*. <http://www.fao.org/3/x1213s/x1213s00.htm>

Nahed, J., Sánchez, A., Grande, D., & Pérez-Gil, F. (1998). Evaluation of promissory tree species for sheep feeding in The Highlands of Chiapas, Mexico. *Animal Feed Science and Technology*, 73(1–2), 59–69. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00131-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00131-X)

Nahed, J., Villafuerte, L., Grande, D., Pérez-Gil, F., Alemán, T., & Carmona, J. (1997). Fodder shrub and tree species in the Highlands of southern Mexico. *Animal Feed Science and Technology*, 68(3–4), 213–223. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00052-7)

Patiño, J., Rivera, B., Patiño, M., & Vargas, J. E. (2017). Interpretaciones y recomendaciones sobre las prácticas profesionales desde el proyecto “Asistencia técnica para el fortalecimiento de la producción lechera en Caldas.” *Veterinaria y Zootecnia*, 11(2), 34–54. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.2.4>

Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., ... Murgueitio, E. (2015). Effect of an intensive silvopastoral system (iSPS) with Tithonia diversifolia on the production and quality of milk in the Amazon foothills, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 27(10). <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>

Ruiz, S. , Sánchez, E., Tabares, E., Prieto, A., Arias, J. , Gómez, R., ... Rodríguez, L. (2007). *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonía colombiana-Diagnóstico*. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN, Bogotá D. C. – Colombia. 636 p. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34605>

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., & Rosales, M. (2009). *La larga sombra del ganado*. <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>

Zapata, A., Murgueitio, E., Mejía, C., Zuluaga, A. F., & Ibrahim, M. (2007). Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca medio del río La Vieja, Colombia. *Avances de Investigación*, (45), 86–92. <http://hdl.handle.net/11554/7733>

Nivel de adopción de sistemas silvopastoriles en ganaderías del suroccidente del departamento del Caquetá¹

Angie Liseth Muñoz-Murcia², Jennifer Zambrano-Yepes², Pablo Andrés Motta-Delgado^{2*}, Wilmer Herrera-Valencia²

² Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Florencia-Caquetá, Colombia.

[*pmotta@misionverdeamazonia.org](mailto:pmotta@misionverdeamazonia.org)

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son considerados alternativas de producción sostenible, no obstante se desconoce la apropiación de esta tecnología por parte de los productores en el contexto actual de la ganadería en zonas tropicales de Colombia. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el nivel de adopción de los SSP por parte de los productores en dos municipios del suroccidente del departamento del Caquetá, Colombia. Se realizó un estudio observacional cualitativo basado en encuestas semiestructuradas aplicadas a productores y verificadas en campo, los datos fueron analizados por medio de estadística descriptiva y análisis de correlación. Se encontró que el nivel de aceptación y adopción de SSP fue del 100%, los productores implementaron al menos un modelo de SSP, principalmente las cercas vivas, incluyeron aspectos técnicos en el mantenimiento, fertilización orgánica y el 64% de la mano de obra en los predios fue familiar. Se comprobó, que la adopción de sistemas silvopastoriles fue muy alta y los productores tienen una buena percepción sobre los beneficios obtenidos por los SSP por lo cual recomendarían su implementación a otros productores.

Palabras clave: agroforestería, desarrollo rural, ganadería tropical, ganadería sostenible.

¹ Cítese como:

Muñoz-Murcia, A.L., Motta-Delgado, P.A., Herrera-Valencia, W. (2024). Nivel de adopción de sistemas silvopastoriles en ganaderías del sur de departamento del Caquetá. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. 20-32). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Level of adoption of silvopastoral systems in cattle farms in the south-western of Caquetá state

Abstract

Silvopastoral systems SPS are considered alternatives for sustainable production, nevertheless, the appropriation of this technology by producers in the current context of the livestock farming in tropical zones from Colombia is unknown. Thus, the aim of this study was to determine the level of adoption of the SPS by producers in two municipalities in the south-western of the Caquetá State, Colombia. A qualitative observational study was carried out based on semi-structured surveys applied to producers and verified in the field, the data was analyzed using descriptive statistics and correlation analysis. It was found that the level of acceptance and adoption of SPS was 100%, the producers implemented at least one model of SPS, mainly the live fences, they included technical aspects in maintenance, organic fertilization and labor in all the farms was familiar. It was found that the adoption of silvopastoral systems was very high and producers have a good perception of the benefits obtained by the SPS, so they would recommend its implementation to other producers.

Key words: agroforestry, rural development, tropical livestock, sustainable livestock.

Introducción

La actividad ganadera, en su gran mayoría, se ha caracterizado por bajos niveles de productividad, deficiente rentabilidad y efectos nocivos en el medio ambiente (Alonso, 2011; Ramírez et al., 2012). A razón, del establecimiento de monocultivos saturados de fertilizantes químicos para la alimentación del ganado con pastos mejorados de baja digestibilidad, además de, la conversión de bosques en sistemas extensivos (Milera, 2013; Fajardo et al., 2014). Con base en esta problemática, la producción agropecuaria actual se ha encaminado en la búsqueda de una armonía entre los componentes social, ambiental y económico (Murgueitio et al., 2006), lo que hace necesaria una alternativa productiva que reduzca el impacto ambiental y reoriente los sistemas ganaderos tradicionales (Ramírez et al., 2012).

Los SSP son considerados alternativas de producción sostenible en el contexto actual de la ganadería en suelos tropicales. Son una forma de agroforestería, catalogada entre las principales herramientas de conservación y mantenimiento de los servicios ambientales (Beer et al., 2003; Casanova-Lugo et al., 2016), que incluye pastos, leguminosas, arbustos, especies maderables y palmas (Young, 1987; Murgueitio et al., 2016). Los SSP contribuyen en la producción de madera, alimento, reducción del estrés en los animales, embellecimiento del paisaje, secuestro de carbono, conservación de fuentes hídricas y biodiversidad (Yamamoto et al., 2007; Crespo, 2008; Bueno et al., 2017), e implícitamente inciden en la adaptación y mitigación del cambio climático (Buitrago-Guillén et al., 2018; Navas, 2010).

Los SSP ofrecen una amplia gama de servicios ecosistémicos (Ibrahim et al., 2006) cuyo pago estimula la adopción del sistema (Robalino et al., 2015). Así mismo, contribuyen a la sostenibilidad (Ramírez et al., 2012), porque generan beneficios socioeconómicos, de hecho, son una herramienta fundamental para incrementar la productividad animal con el uso eficiente de los recursos naturales (Alonso, 2011; Clavero and Suárez, 2006), promueven el empleo (Fajardo et al., 2014) y mejoran las condiciones en fincas con restricciones de capital y tecnología (Zapata et al., 2007).

Además los SSP ofrecen múltiples beneficios socioeconómicos y agroambientales (Bueno Guzmán et al., 2017), lo que constituye una alternativa altamente llamativa para incentivar a los productores a implementar estos sistemas. De igual manera, los SSP generan cambios en la perspectiva de los productores con respecto al uso y manejo de especies arbóreas dentro de sus sistemas ganaderos (Alonso, 2011); sin embargo, factores técnicos como largos períodos de espera, manejo complejo y costoso (Roldán Vásquez, 2008) y factores sociales como el poco conocimiento (Hurtado-Ducuara & Guayara-Suárez, 2003), la edad avanzada, baja escolaridad de los productores, el riesgo de pérdida de capital invertido (Michelle et al., 2001), la falta de ingresos y escaso apoyo gubernamental (Zepeda-Cancino et al., 2016), limitan su adecuada adopción (Mahecha, 2003), pese a que los SSP ofrecen mayores beneficios con relación a los sistemas tradicionales (Michelle-Alonzo et al., 2001).

Al respecto, Hurtado-Ducuara & Guayara-Suárez (2003) y Murgueitio (2009), señalan que el apoyo de las entidades tanto públicas como privadas es importante para aunar esfuerzos que contribuyan en divulgar el conocimiento e implementar estas alternativas productivas. De igual manera, investigaciones realizadas en Nicaragua por Toruño et al. (2012), plantean que gracias a la aplicación de nuevas tecnologías y a facilidades en la obtención de insumos, la aceptación de los SSP alcanza el 100%, no obstante, esto no es garantía de una adopción y apropiación por parte de los campesinos.

Dada la importancia y la urgencia del establecimiento de los SSP en el noroccidente amazónico colombiano para la reconversión del sistema productivo tradicional, inadecuado en escenarios de cambio climático y con bajo aporte a la sostenibilidad, el objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de adopción de sistemas silvopastoriles por parte de ganaderos de dos municipios del suroccidente del departamento de Caquetá, con el fin de conocer cuáles son las limitantes o potencialidades de implementación, y así, abordar mejor esta alternativa que promueve el desarrollo rural sostenible en los ecosistemas tropicales como el amazónico.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló al suroccidente del departamento de Caquetá, localizado al noroccidente de la región amazónica colombiana, entre los 00°42'17'' latitud sur y 02°04'13'' latitud norte y los 74°18'39'' y 79°19'35'' longitud oeste del meridiano de Greenwich (IGAC, 2014), en los municipios de Albania y San José del Fragua (Figura 1). El área de estudio presenta temperatura promedio anual 25,6 °C y humedad relativa de 87,1%.

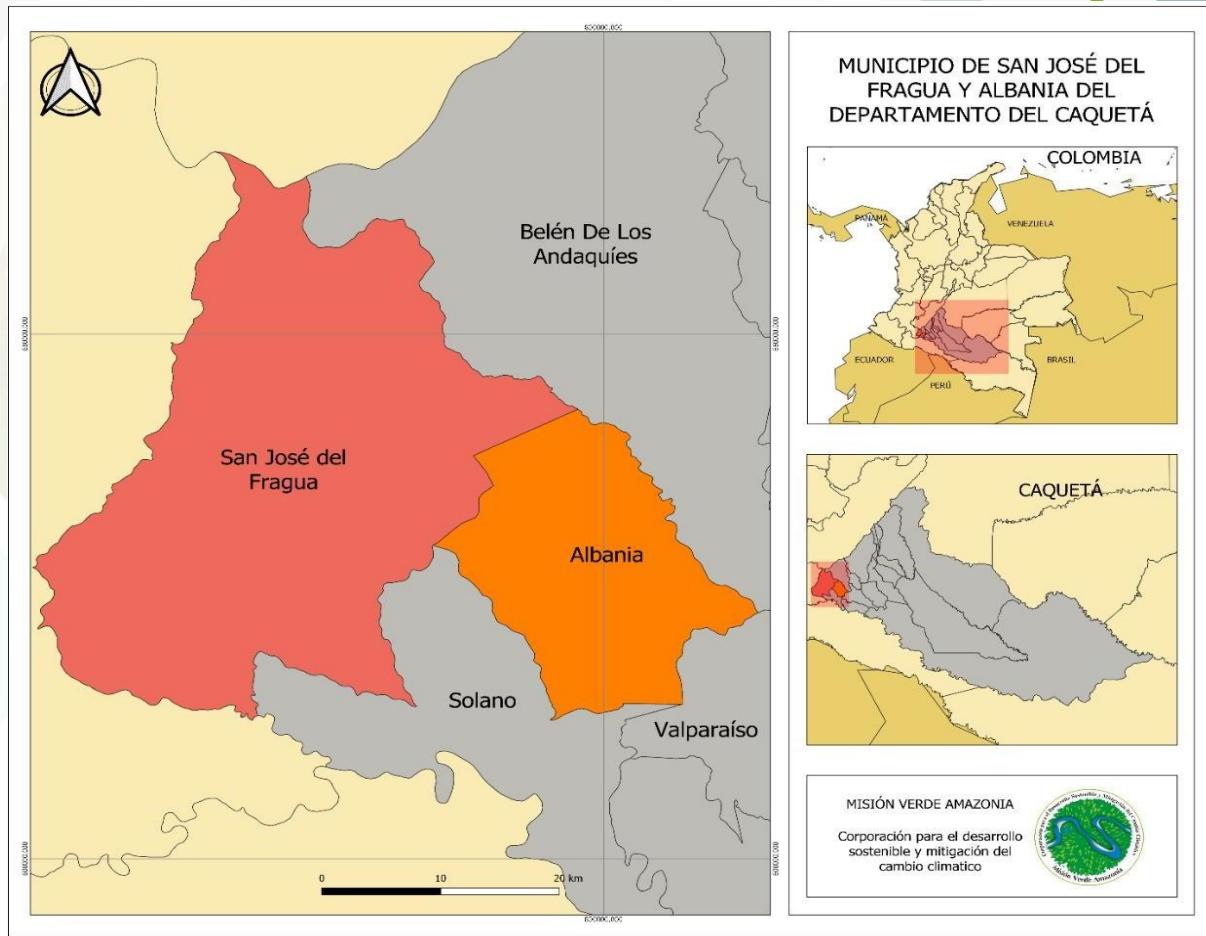


Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de Albania y San José del Fragua, departamento del Caquetá, Colombia

Recolección de información

Fueron seleccionados al azar 36 de 94 productores a partir de la base de datos del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento de Caquetá”, quienes en el marco del proyecto entre los años 2016 a 2018 en los dos municipios evaluados implementaron diferentes modelos de sistemas silvopastoriles entre los cuales se encuentran: cercas vivas (CV), callejones (CLL), árboles dispersos en potreros (Adi), manejo de sucesión vegetal (RN) y bancos mixtos de Forraje (BMF); la muestra evaluada representa una precisión del 13% a un nivel de confianza del 95%.

En el año 2019 a cada productor le fue aplicada una encuesta semiestructurada que consideró aspectos técnicos y sociales; se recolectó información para la caracterización biofísica del predio y se obtuvo información relacionada con el establecimiento, manejo, mantenimiento y opinión de los productores acerca de los SSP implementados en sus predios. las variables técnicas de los sistemas fueron: a) tipo de SSP, b) cantidad de potreros antes y después de la implementación, c)

número de jornales utilizados para el establecimiento, d) preferencia y número de especies vegetales utilizadas, e) tipo de mano de obra empleada y f) mantenimiento del sistema. Respecto a los aspectos sociales, las variables fueron, a) percepción de beneficios y b) desempeño de los SSP.

Para evaluar el nivel de adopción de los SSP se consideraron aspectos técnicos y sociales, esta se midió en relación con la disposición del ganadero a implementar más áreas de sistemas silvopastoriles en su finca, el tipo de modelo a implementar y la de recomendar este tipo de herramienta a otros productores de su zona.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos recolectados estos fueron tabulados en hojas de cálculo y se aplicaron métodos de estadística descriptiva a partir de la transformación de datos mediante el uso de tablas de contingencia, análisis de la varianza no paramétrica mediante la prueba de Kruskal-Wallis al 95% de confianza y análisis multivariado mediante correspondencias múltiples, a través del software Infostat® (Di Rienzo et al. 2017).

Resultados y discusión

Aspectos técnicos

Las características generales de los predios ubicados en los dos municipios fueron comparadas, se halló que el área de los predios, el porcentaje del área de pasturas, como el área de conservación y la edad del productor no presentan diferencia estadística significativa ($p<0,05$), sin embargo, respecto al porcentaje del área agrícola, área establecida en SSP y del área reconvertida a SSP respecto a las pasturas iniciales si fue hallada diferencia significativa ($p<0,05$) (tabla 1).

Tabla 1. Características biofísicas y sociales de las fincas con implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) en el suroccidente del departamento del Caquetá, Colombia

Variable	Albania (n = 15)	San José del Fragua (n = 21)
Área del predio (ha)	54,58±37,14 A	43,38±23,99 A
Área en pasturas (%)	65,21±17,19 A	54,71±23,81 A
Área en conservación (%)	22,06±18,43 A	17,00±12,37 A
Área en SSP implementados (%)	10,70±6,50 A	22,97±22,02 B
Área agrícola (%)	1,56±2,61 A	4,35±5,08 B
Área reconvertida a SSP respecto a pasturas iniciales (%)	17,79±19,50 A	37,41±41,14 B
Edad del productor en años	54,50±13,10 A	54,26±13,37 A

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Es de resaltar que en el municipio de San José del Fragua las áreas agrícolas son mayores a las de Albania, y coincidentemente fue el primer el de mayor proporción de SSP implementados, lo cual sugiere que mayor relación con actividades agrícolas inciden en la implementación de SSP.

Se halló que el 75% de los productores no había implementado ningún modelo de sistema silvopastoril (SSP) previamente en su predio antes del proyecto. Los productores presentaron una marcada preferencia por la implementación del modelo de cercas vivas, cuya frecuencia fue del 61%, seguidas de los SSP por regeneración natural (14%) y la asociación entre cercas vivas y regeneración natural (8%) (*Figura 2*).

Figura 2. Preferencia del tipo de sistema silvopastoril en los municipios de Albania y San José del Fragua.

Leyenda: CV: Cercas vivas; RGN: Regeneración natural; Adi: Árboles dispersos; CLL: Callejones; BMF: Bancos mixtos de forraje.

En relación a la preferencia del tipo de SSP, estudios realizados por Zapata et al., (2015), encontraron que los SSP más implementados fueron cercas vivas, árboles dispersos, bancos de forraje y silvopastoriles intensivos, coincidiendo con lo evidenciado en el presente estudio.

Con respecto al establecimiento de potreros, se observó que la cantidad de estos aumentó posterior a la instalación del SSP. Antes de la implementación, en promedio los predios tenían 7 potreros y después de la implementación de SSP tenían 24 potreros, de este modo, se evidencian mejoras en la distribución del terreno destinado a la alimentación de los animales y por ende en el manejo y su nutrición. Al aumentar el número de potreros, potencialmente puede aumentarse el número de animales, ya que al implementar sistemas de manejo racional de la pastura, se puede emplear hasta cuatro veces mayor carga animal que en un sistema convencional, obtener productos de mejor calidad, incrementar la producción de leche y/o carne por animal por día (Moran-Moreno et al., 2014), gracias al confort que brindan los árboles a los animales en zonas de altas temperaturas (Villanueva et al., 2009), como en el departamento del Caquetá y disminuir 15% la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por producto (Ibrahim et al., 2006).

En referencia al aspecto técnico jornales utilizados para el establecimiento de SSP, en el 64% de los predios la mano de obra empleada fue de tipo familiar, 8% contratada y 28% mixta; la alta

frecuencia de uso de mano de obra familiar se debe a que las fincas del departamento del Caquetá se enmarcan en el rango de agricultura familiar, según lo enunciado por Motta-Delgado et al. (2018). Al respecto, Fajardo et al., (2014), encontraron en promedio cuatro personas miembros de la familia en labores de producción al mes, en el caso de personas contratadas, corresponde a dos. Por otro lado, Ramírez et al. (2012), reportaron en promedio una persona contratada para mano de obra por 257 días al año. Los SSP precisan de mayor manejo, en este sentido, Fajardo et al., (2014), indican que se requiere mayor número de jornales en predios donde hay SSP implementados, en razón a los trabajos adicionales que hay en estos sistemas con respecto a los tradicionales, tales como manejo de pasturas, corte y mantenimiento de bancos de energía o proteína. En este estudio, se encontró que los productores necesitaron un promedio de 55 jornales para establecer cinco hectáreas en SSP, con mano de obra familiar mayormente.

Por otro lado, en los arreglos de cercas vivas, se encontró que las especies arbóreas más empleadas por los productores fueron la Melina (*Gmelina arborea*), Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Carbón (*Zygia longifolia*), Guayabo (*Psidium guajava*) y Acacia (*Acacia mangium*), mientras que, en los arreglos de árboles dispersos y regeneración natural primó el uso del Pomo (*Syzygium jambos*), Bilibil (*Guarea guidonia*), Guayabo y Boca de indio (*Piptocoma discolor*); en cuanto al estrato herbáceo, la mayoría incluyó *Brachiaria decumbens* o grama nativa (*Paspalum notatum*), lo cual concuerda por lo reportado por Murgueitio et al. (2016), y en el segundo estrato emplean Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*), principalmente. Esto sugiere que, en los sistemas tecnificados como es el caso de las cercas vivas, los productores tienden a incorporar especies foráneas, mientras que, en la figura de regeneración natural o árboles dispersos en potreros, priman las especies autóctonas.

Respecto al manejo de los SSP el 77% de los productores manifestó la realización de podas de formación para los sistemas implementados, mientras que el 23 no realizó esta actividad. De igual forma, el 11% realizó fertilización química, 33% fertilización orgánica, 42% fertilización mixta y el 14% no realizó ningún tipo de fertilización durante el primer año de establecimiento de los sistemas.

Percepción de los sistemas silvopastoriles

En cuanto a las variables sociales, el 82% de los productores percibió beneficios posterior a la implementación del sistema, y el 100% recomendaría su implementación e implementaría más áreas en SSP, en este sentido, el nivel de adopción fue muy alto (100%), similar a estudios realizados por Toruño et al., (2012). Al respecto, Anfinnsen et al., (2009) y Villanueva et al., (2009), señalan que los productores tienen actitud positiva frente a la implementación de los SSP debido a la conciencia de su actividad productiva frente a los efectos del cambio climático.

De hecho, Mahecha, (2003), señala que los beneficios de los SSP se reflejan en su capacidad para modificar el forraje, el medio ambiente y la producción animal, además, de la contribución

de ingresos alternativos a la ganadería; así, cuanto más complejo es el sistema o cuanto mayor es el número de potreros en las instalaciones, mayores son los beneficios en la producción.

A pesar de esto, Clavero & Suárez, (2006) e Ibrahim et al. (2007), indican que la tasa de adopción es insuficiente, ya que la práctica por sí sola no resulta atractiva a los productores a razón de los altos costos en su implementación (Ibrahim et al., 2007) y del mantenimiento de los sistemas productivos (Roldán-Vásquez, 2008). No obstante, para el caso de los municipios de Albania y San José de Fragua en el suroccidente del Caquetá, el 100% de los productores encuestados recomendaría su adopción.

El análisis de correspondencia evidenció una estrecha relación entre la implementación de más áreas de SSP (SSP+SI) con la recomendación de éstos a otros productores (Rec SSP si) tanto en quienes habían implementado SSP previamente (SSPant Si) como en los que no (SSPant No). Los SSP como regeneración natural sola (RN) o incluyendo árboles dispersos (RN+Adi) están más relacionados con el uso de mano de obra familiar (MO familiar) y la no fertilización (Fert No). La mano de obra contratada (MO contratada) está ligada a callejones (CLL); los callejones están relacionados tanto con fertilización química (Fert quim) y mixta (Fert mixto), mientras que las cercas vivas (CV) solo con fertilización química. En los sistemas mixtos de cercas vivas y callejones (CV+CLL) los productores no realizaron podas de formación y no perciben beneficios del sistema, mientras que quienes si realizaron las podas de formación sí perciben beneficios (figura 3).

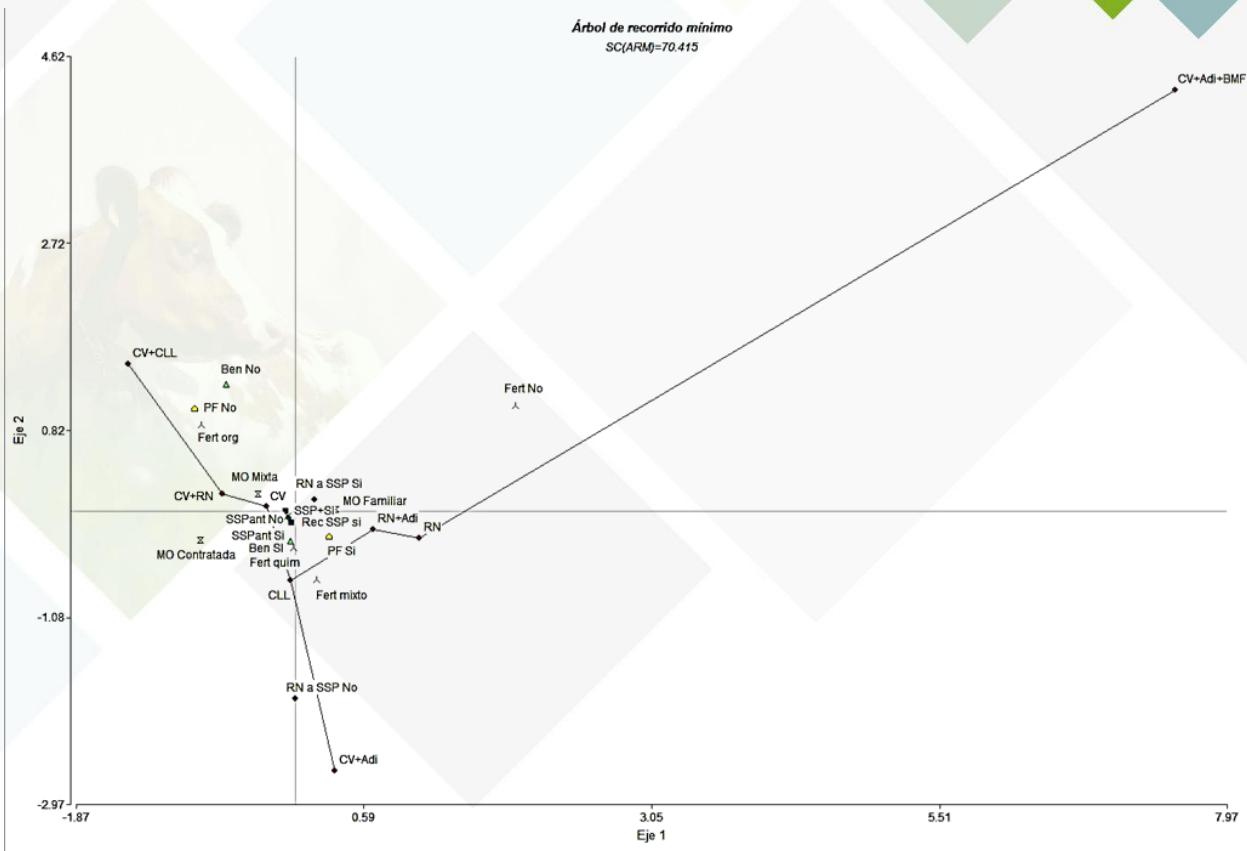


Figura 3. El biplot muestra las correspondencias múltiples. Clave: PF. Poda de formación; Ben. Percibe beneficios; Fert. Fertilización orgánica, química, mixta, no; SSPAnt. Implementación del SSP anteriormente; MO. Mano de obra familiar, contratada, mixta; RNASSP. Permite la regeneración natural en el SSP; RECSSP. Recomendaría SSP.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que todos los productores encuestados en esta investigación manifestaron estar de acuerdo con recomendar y realizar la implementación de más áreas de SSP, debido a los beneficios percibidos, puede inferirse que el nivel de aceptación al igual que el nivel de adopción fue muy alta, el modelo de mayor frecuencia de implementación y preferencia fueron las cercas vivas, con especies tanto foráneas como autóctonas de la región.

Se pudo constatar, que la implementación de los SSP trae consigo múltiples beneficios que llevan al productor a compartir sus experiencias exitosas, reflejadas en sus niveles productivos y por tanto recomendar su adopción a otros productores, lo que finalmente es el objetivo principal de este tipo de iniciativas, que los productores sean impulsores y promotores de éstas tecnologías en sus zonas.

Agradecimientos

A la gobernación del Caquetá como ejecutor y a Misión Verde Amazonia como operador de los recursos del proyecto BPIN 20130001000164 financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, que permitió la realización de esta investigación.

Referencias

- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Rev. Cub. Cien. Agric.*, 45(2), 107–115. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Anfinnsen, B., Aguilar, M., Vatn, A. (2009). Actitudes de los productores ganaderos de El Petén, Guatemala, respecto a la implementación de sistemas silvopastoriles. *Agroforestería en las Américas*. (47), 20–26. <http://hdl.handle.net/11554/5735>
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J.M., Somarriba, E., Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10(37), 80–87. <http://hdl.handle.net/11554/6806>
- Bueno-Guzmán, G.A., Pérez-López, O., Cerinza, O.J., González-Rodríguez, G. (2017). *Integración de árboles en un arreglo de cercas vivas para los sistemas ganaderos del piedemonte llanero*. Villavicencio, Meta. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13254>
- Buitrago-Guillen, M.E., Ospina-Daza, L.A., Narváez-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Cent. museos. Mus. Hist. Nat.* 22, 31–42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A.T., Díaz-Echeverría, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Rev. Chapingo ser. cienc. for. Ambient.*, 22(3). <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>
- Clavero, T., Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), 307–317. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121691008>
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Rev. Cuba. Cienc. Agrícola*, 42, 329–335. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015490001.pdf>
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. (2017). *Infostat versión 2017*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Fajardo, Y.M., Facundo-Vargas, G., Vargas-Marín, L.A. (2014). Costos ambientales y evaluación social en conversión de los Sistemas de producción ganadera tradicional al sistema silvopastoril en fincas ganaderas de los municipios de Florencia, Morelia y Belén de los Andaquíes del departamento del Caquetá. *Momentos Cienc.* 11, 50–57. <https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/momentos-de-ciencia/article/view/479>
- Hurtado Ducuara, E.A., Guayara Suárez, Á. (2003). Potencial de uso de Piptocoma discolor (Kunth) Pruski en sistemas silvopastoriles. *Ing. Amaz.* 6, 23–30. https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/view/299/pdf_12
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., (2007). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en centro América. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15(Supl. 1), 74–88. <http://www.bioline.org.br/pdf?la07035>
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., Rojas, J. (2006). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes

ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, (45), 27-36.
<http://hdl.handle.net/11554/7934>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2014). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento de Caquetá Escala 1:100.000.*

Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.* 16(1), 11–18.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323847>

Michelle-Alonso, Y., Ibrahim, M., Gómez, M., Prins, K. (2001). Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Av. Investig.* 8, 24–27.
<http://hdl.handle.net/11554/6689>

Milera, M. (2013). Contribution of silvopastoral systems to production and environment. *Av. en Investig. Agropecu.* 17(3), 7–24. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83728497002.pdf>

Mora Marín, M.A., Ríos Pescador, L., Ríos Ramos, L., Almario Charry, J.L. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia Livestock impact on the ground in Colombia. *Ing. y Región*, 17, 1–12.
<https://doi.org/10.25054/issn.2216-1325>

Moran Moreno, B., Herrera, A., López Benavides, K. (2014). Evaluación socioeconómica y ambiental de tres tipos de sistemas agroforestales en el Trópico Seco Nicaragüense. *Rev. científica FAREM-Estelí. Medio Ambient. Tecnol. y Desarro. Hum.* (11), 13–26. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i11.1601>

Motta-Delgado, P.A. & Ocaña-Martínez, H.E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos del trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Cienc. Agri.* 15(1), 81–92.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>

Murgueitio, E., Cuellar, P., Ibrahim, M., Gobbi, J., Cuartas, C., Naranjo, J., Zapata, A., Mejía, C., Zuluaga, A., Casasola, F. (2006). Adopción de Sistemas Agroforestales Pecuarios. *Pastos y Forrajes* 29(4), 365–381.
<https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121676003.pdf>

Murgueitio, E. (2009). Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. *Av. en Investig. Agropecu.* 13(1), 3–20. <http://www.ucol.mx/revaiaanteriores/PDF%20DE%20REVISTA/2009/ene/1.pdf>

Murgueitio, E., Barahona Rosales, R., Flores Estrada, M.X., Chará Orozco, J.D., Rivera Herrera, J.E. (2016). Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos. *Ceiba* 54, 23–30. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v54i1.2774>

Navas, P.A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Rev. Med. Vet.* (19), 113–122. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10.pdf>

Ramírez, B.L., Lavelle, P., Orjuela, J.A., Villanueva, O. (2012). Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.* 25(3), 391–401. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295024923006>

Rivera-Herrera, J.E., Molina-Botero, I., Chará-Orozco, J., Murgueitio-Restrepo, E., Barahonas-Rosales, R. (2017). Sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit: alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático. *Pastos y Forrajes* 40(3), 171–183.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158175001>

Roldán-Vásquez, P.M. (2008). Incentivos económicos para la implementación de un sistema silvopastoril una aplicación a la cuenca la miel (caldas). *Rev. Econ. del caribe*, (2) 169–201. <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/economia/article/view/555>

Toruño, P.J., Roque-Gómez, J.L., Torres-Ríos, Z.A. (2012). Aceptación y adopción de sistemas productivos adaptativos en la microcuenca El Guayabo-San José, municipio El Sauce, León. *La Calera*, 12(18), 52–60. <https://doi.org/10.5377/calera.v12i18.1125>

Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., Ríos, N., Sepúlveda, C. (2009). Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América central (Capítulo 6), En: Sepulveda, C. & Ibrahim, M. *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central.* pp. 103–125. <https://www.biopasos.com/documentos/2/005.pdf>

Yamamoto, W., Dewi, I.A., Ibrahim, M. (2007). Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agric. Syst.* 94, 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.10.011>

Young, A. (1987). Soil productivity, soil conservation and land evaluation. *Agrofor. Syst.* 5, 277–291. <https://doi.org/10.1007/BF00119126>

Zapata, A., Murgueitio, E., Mejía, C., Zuluaga, A.F., Ibrahim, M. (2007). Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca medio del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas*. (45), 86–92. <http://hdl.handle.net/11554/7733>

Zapata, C., Robalino, J., Solarte, A. (2015). Influence of payment for environmental services and other biophysical and socioeconomic variables on the adoption of silvo-pastoral systems at the farm level. *Livest. Res. Rural Dev.* 27(4). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd27/4/zapa27063.html>

Zepeda Cancino, R.M., Velasco Zebadúa, M.E., Toral, J.N., Garay Hernández, A., Martínez Tinajero, J.J. (2016). Adopción de sistemas silvopastoriles y contexto sociocultural de los productores: apoyos y limitantes, *Rev Mex Cienc Pecu*, 7(4), 471-488. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000400471&lng=es&tlng=es

PARTE 2. SISTEMAS SILVOPASTORILES Y PRODUCCIÓN DE LECHE



Efecto de modelos silvopastoriles sobre la producción de leche en bovinos de la Montañita, Caquetá, Colombia¹

Ricardo Alberto Martínez-Tovar^{*2}, Angela María Muñoz Chilito², Pablo Andrés Motta-Delgado², Erika Paola Rojas-Vargas², Yanith Santamaría Galindo², Wilmer Herrera-Valencia²

² Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Florencia-Caquetá, Colombia

[*investigacionmva@misionverdeamazonia.org](mailto:investigacionmva@misionverdeamazonia.org)

Resumen

En el noroccidente amazónico colombiano los sistemas silvopastoriles (SSP) son una tecnología necesaria para la producción ganadera sostenible. No obstante, es preciso ahondar en investigaciones relacionadas con los diferentes modelos de SSP que más se ajusten para favorecer la producción en la región. Es por ello, que el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de los SSP sobre la producción de leche en fincas ganaderas doble propósito en el municipio de La Montañita, Caquetá, Colombia. Durante diciembre de 2017 en ganaderías de doble propósito, se realizaron muestreos de campo y se identificó el tipo de SSP implementado, el área de copas por hectárea y la producción de leche por vaca por día. Se encontraron diferencias significativas entre las áreas de copa de SSP por cercas vivas (CV) y por árboles dispersos (Adi). Respecto a la producción de leche, entre los tres tipos de SSP las medias de producción fueron de 6,20, 4,65 y 3,03 kg leche/vaca/día para CV, Adi y sin SSP respectivamente. Se recomienda implementar algún SSP en vez de tener áreas sin árboles, y considerar aspectos como el área total de cobertura arbórea que tiene una correlación positiva con la producción de leche por vaca.

Palabras clave: Agroecosistemas, ganado, amazonia colombiana

¹ Cítese como:

Martínez-Tovar, R.A., Muñoz, C.A.M., Motta-Delgado, P.A., Rojas-Vargas, E.P., Santamaría, G.Y., Herrera-Valencia, W. (2024). Efecto de modelos silvopastoriles sobre la producción de leche en bovinos de la Montañita, Caquetá, Colombia. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonía: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. 34-43). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Effect of silvopastoral models on milk production in cattle from La Montañita, Caquetá, Colombia

Abstract

In the northwestern Colombian Amazon, silvopastoral systems (SPS) are a necessary technology for sustainable livestock production. However, it is necessary to delve into research related to the different SPS models that best suit to favor production in the region. For this reason, the objective of this study was to analyze the effect of SSP on milk production in dual-purpose cattle farms in the municipality of La Montañita, Caquetá, Colombia. During December 2017 in dual-purpose farms, field samplings were carried out and the type of SPS implemented, the crown area per hectare and milk production per cow per day were identified. Significant differences were found between the SSP canopy areas by live fences (CV) and by scattered trees (Adi). Regarding milk production, among the three types of SPS the production means were 6.20, 4.65 and 3.03 kg milk/cow/day for CV, Adi and without SPS respectively. It is recommended to implement some SPS instead of having areas without trees and consider aspects such as the total area of tree cover that has a positive correlation with milk production per cow.

Keywords: Agroecosystems, cattle, Colombian Amazon

Introducción

La ganadería bovina es la actividad económica más importante del departamento de Caquetá, ocupando la quinta posición nacional con el mayor número de animales (1'486.685 bovinos) según el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, (2017). Por su parte, el municipio de La Montañita reportó 52.420 bovinos contribuyendo con el 3,53% al consolidado departamental (ICA, 2017).

De hecho, el municipio de La Montañita tiene 85.080 hectáreas usadas en ganadería extensiva, donde el sistema doble propósito (producción de carne y leche) es el predominante (Alcaldía del municipio de La Montañita – Caquetá, 2018). Sin embargo, esta práctica ganadera se ha llevado de una manera muy tradicional, dañando ecosistemas naturales por la excesiva deforestación, esto ha transformado gran parte de los bosques amazónicos en pastizales (Murcia et al., 2011; Peña-Venegas y Cardona, 2010); afectado el suelo y convirtiéndolo en un recurso cada vez menos productivo, al punto de volver a la ganadería insostenible en el tiempo (Siavosh, et al., 2000).

Recientemente algunos productores ganaderos han cambiado su manera de llevar las prácticas extensivas a producciones sostenibles, aplicando diferentes estrategias ecológicas (Calle et al., 2013; Durant et al., 2008) como la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP), estas son un alternativa económica y ecológica donde pueden interactuar en los diferentes estratos del ecosistema en la misma área y tiempo, las especies vegetales, pastos, arbustos y árboles (Sánchez, 1995).

Por otra parte, los SSP integrados a la producción ganadera son una tendencia reciente en la agroforestería, que en la práctica es una opción de bajo costo para la producción de alimento como para la protección del medio ambiente (Ibrahim et al., 2010). Así, se promueve la conservación del suelo a través del reciclado de nutrientes, mientras se aprovechan los diversos usos que pueden brindar las especies vegetales involucradas en el sistema (Musálem-Santiago, 2002), constituyendo en beneficios productivos, ambientales y socioeconómicos (Murgueitio et al., 2015).

En este sentido, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de los sistemas silvopastoriles sobre la producción de leche en fincas ganaderas doble propósito en el municipio de La Montañita, Caquetá; en el marco del proyecto: “*Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá*”, financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI) del Sistema General de Regalías (SGR), ejecutado por la Gobernación de Caquetá, y operado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible y Mitigación del Cambio Climático: Misión Verde Amazonía.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el noroccidente de la Amazonía colombiana, departamento de Caquetá, municipio de La Montaña (Figura 1), característico por presentar temperatura promedio anual 25,6°C y humedad relativa de 87,1% (IGAC, 1993), localizado entre las coordenadas 01° 28' 53" de latitud norte y 75° 26' 23" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich (Alcaldía de La Montaña, 2018)".

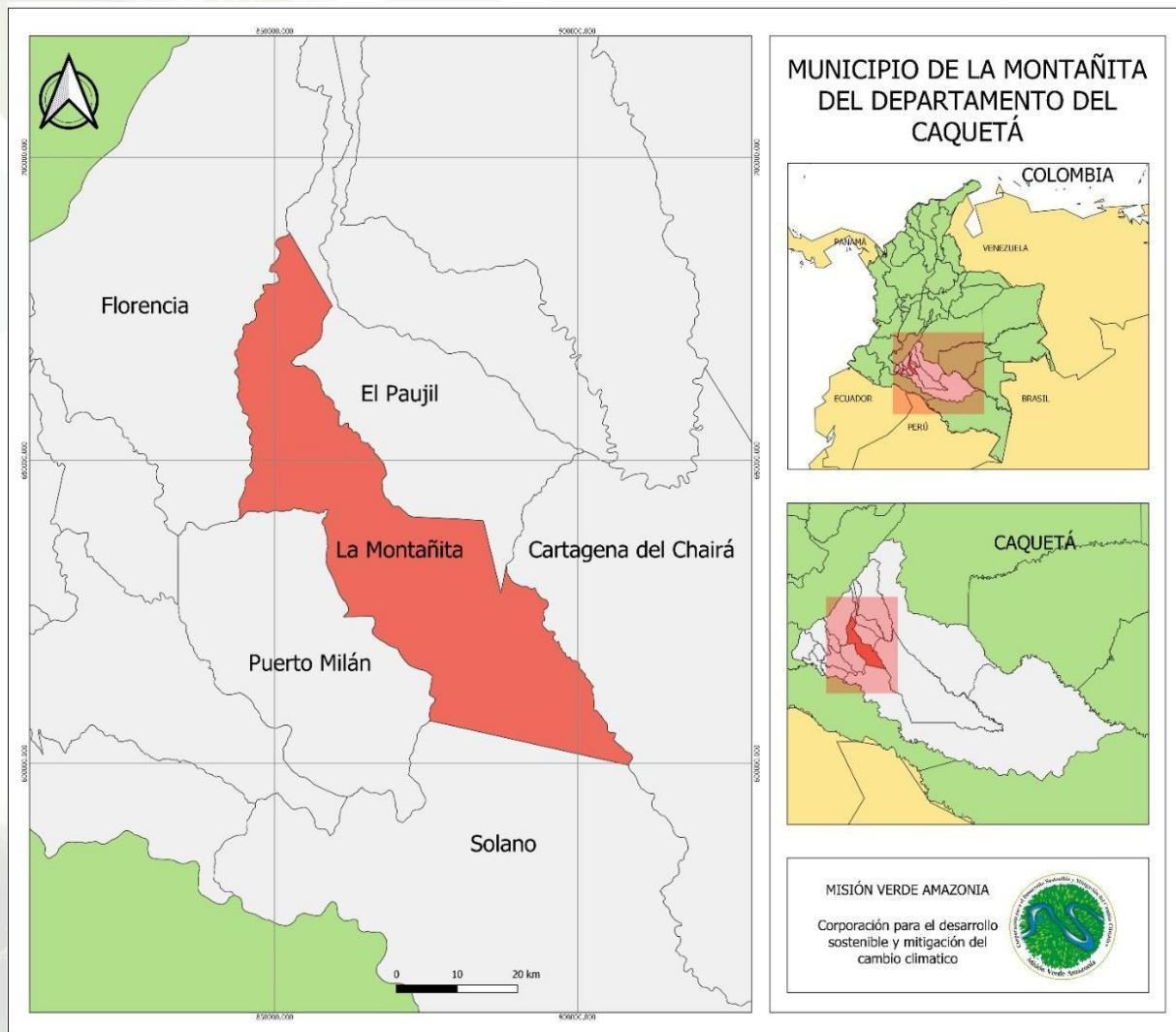


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de La Montaña, Caquetá, Colombia

Diseño del muestreo

Se realizó toma de datos en fincas ganaderas de doble propósito con los siguientes tipos de sistema, 1) SSP por cercas vivas (CV), 2) SSP por árboles dispersos (Adi), y 3) tratamiento

control con praderas sin SSP (Sin SSP). Se realizó ocho repeticiones en los tratamientos de CV, diez repeticiones en Adi y dos repeticiones en el tratamiento control. Para medir la producción de leche, se realizó 17 repeticiones (vacas ordeñadas) por cada tratamiento.

Recolección de datos

Durante diciembre de 2017, se realizaron muestreos en fincas ganaderas que manejaban su hato bajo el sistema doble propósito (producción de leche y carne) (*Tabla 1*). Se identificó el tipo de SSP implementado como: cerca viva (CV), árboles dispersos (Adi), o pastura sin SSP (Sin SSP); en el caso de los SSP con árboles dispersos, se delimitaron aleatoriamente cuatro parcelas con un área de 25 m x 25 m cada una, mientras que, en el SSP con cercas vivas, se tomaron los datos a cada 30 m lineales con cuatro repeticiones (Imaña-Encinas, 1998). Los SSP evaluados tenían menos de 10 años y estaban asociados a diferentes especies de pastos del género *Brachiaria*.

Se determinaron los siguientes parámetros: tipo de SSP, diámetro de copa medio por árbol (m), cobertura total de las copas (m^2/ha), y producción de leche (kg) por vaca por día. Para la toma de muestras de leche, en cada predio se seleccionaron aleatoriamente 17 vacas, a cada una se le tomó el peso (kg) de leche producida al momento del ordeño matutino. Por otro lado, para determinar el diámetro de copa medio, en cada árbol se midió la proyección horizontal en dos direcciones: i) norte-sur, y ii) este-oeste, para esto se usó una cinta métrica, según lo indicado por Cailliez (1980), estas direcciones corresponden a dos pares de radios, los cuales, cada par tiene una amplitud de ángulo llano (180°), es decir, que cada radio se proyecta a cada punto cardinal. Así, se promedió la longitud (m) de cada dirección (diámetro) de los árboles correspondientes a cada SSP.

Análisis de datos

Los datos fueron tabulados en hojas de cálculo y analizados empleando ANOVA a través de la prueba LSD Fisher al 95% de confianza ($p<0,05$), se realizó correlación de Pearson para determinar si existía relación directa entre las variables analizadas y los SSP. Los análisis fueron realizados con el software InsfoStat® versión libre 2017 (Di Rienzo et al., 2017).

Resultados y discusión

El análisis de varianza evidenció diferencias significativas ($p<0,05$) entre la cobertura de copa por hectárea entre las cercas vivas y sistemas por árboles dispersos (Figura 2A). De igual manera, se encontraron diferencias significativas respecto a la producción de leche entre los tres agroecosistemas, el SSP tipo CV evidenció la mayor producción de leche con medias de 6,20 Kg leche/vaca/día, seguida por el SSP tipo Adi con 4,65 Kg leche/vaca/día y posteriormente por las praderas sin SSP con 3,03 Kg leche/vaca/día (Figura 2B). Con respecto al análisis de correlación, se evidenció que el área de copas de los árboles por hectárea y la producción de leche por vaca son directamente proporcionales ($r=0,79$).

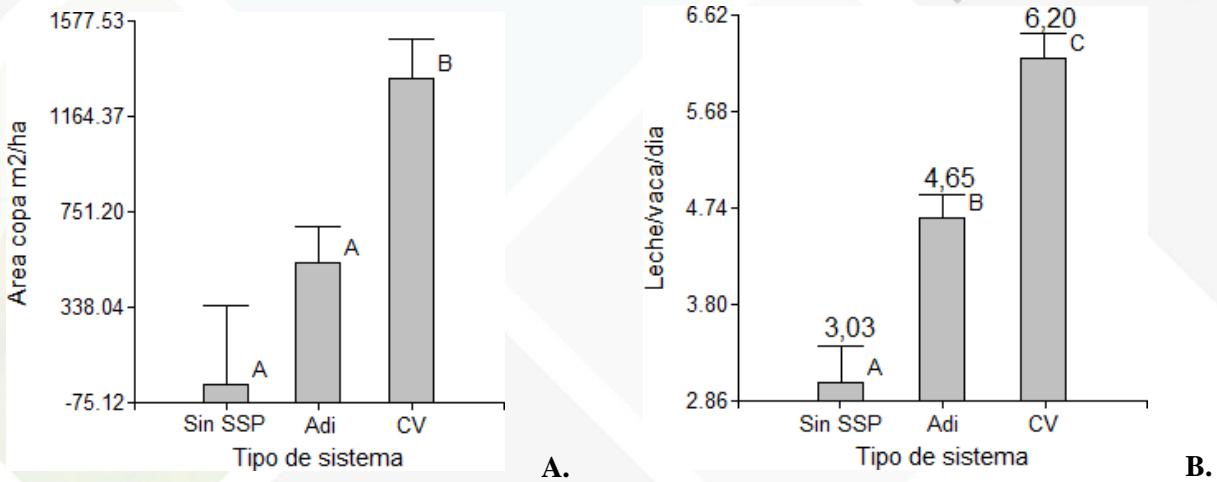


Figura 2. A) Área de copa por hectárea en SSP evaluados en La Montañita. B) Producción de leche en tres agroecosistemas evaluados en La Montañita. CV: cercas vivas; Adi: árboles dispersos; Sin SSP: control sin SSP.

Los resultados muestran que la mayor producción de leche en La Montañita está ligada a SSP tipo CV sistemas que tiene las mayores áreas de copa por hectáreas, esto posiblemente se puede relacionar con el efecto positivo en la reducción del estrés calórico de los animales. El uso de árboles en sistemas de producción tropical y la sombra que ofertan las copas de los árboles, genera microclimas en las áreas de pastoreo que pueden favorecer la eficiencia de las vacas productoras de leche, las cuales tienen un elevado consumo de materia seca para mantener el alto nivel de producción y así incrementan su tasa metabólica, es por ello, que toleran menos el calor (Betancourt, 2003; Navas, 2010; Lopes et al., 2016). De hecho, Souza et al., (2000) y Barragan et al., (2016), encontraron incrementos en producción de leche en animales que se pastoreaban en SSP, comparado con animales expuestos sin cobertura arbórea.

En este sentido, es importante garantizar un confort a los animales por medio de estrategias como los SSP, puesto que la producción de leche en áreas sin cobertura arbórea es significativamente inferior a los agroecosistemas con sistemas silvopastoriles. Según estudios realizados por Navas (2003), se encontraron diferencias de temperatura, bajo las copas de árboles de diferentes arreglos silvopastoriles, los árboles individuales reducían hasta 2,9°C y las cercas vivas reducían hasta 1,7°C menos con relación a las áreas de potrero abierto. Del mismo modo, Barragán et al. (2013); Barragan et al., (2018), encontraron reducciones de temperatura en los SSP con relación a la presentadas en áreas abiertas. Sin embargo, en esta investigación se evidenció que la producción de leche estaba más ligada a CV y no ha Adi, pese a que Navas (2003), sugiere que los SSP tipo árboles dispersos contribuyen más en la reducción de temperatura.

Los resultados sugieren que el efecto de los árboles sobre la producción de leche depende en gran medida del tipo de SSP y de la cobertura arbórea en los potreros. En efecto, los SSP no son solo una herramienta para mejorar la productividad ganadera, sino también para la regeneración ecológica (Ibrahim et al., 2007), secuestro/acumulación de carbono y reducción de gases con efecto invernadero (Gaitán et al., 2016). Asimismo, tiene beneficios en el bienestar animal (Broom et al., 2013); como también, aumenta la fertilidad del suelo, la producción de forraje y la capacidad de la tierra (Peri et al., 2016; Soni et al., 2016). De hecho, Martínez-Tovar et al. (2017), recomiendan la implementación de los SSP en la producción ganadera en el departamento de Caquetá, la cual es una manera más limpia para lograr una ganadería más eficiente y sostenible.

Conclusiones

Para mejorar la producción de leche en el municipio de La Montaña-noroccidente amazónico colombiano, se recomienda implementar sistemas silvopastoriles, sean cercas vivas o árboles dispersos porque las vacas producen más respecto a los sistemas sin cobertura arbórea, sin embargo, se deben considerar aspectos como el área de cobertura arbórea por hectárea teniendo en cuenta que se halló correlación positiva entre esta con la producción de leche.

De igual forma, es relevante continuar con investigaciones que permitan conocer los diseños de sistemas óptimos y acordes con la región, que se ajusten no solo a las características agroambientales sino también a las condiciones socioeconómicas de los productores de la región.

Referencias

- Alcaldía del municipio de La Montaña, Caquetá (2018). *Economía de nuestro municipio*. <http://www.lamontanita-caqueta.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Barragán, W., Mahecha, L., Cajas, Y. (2013). *Evaluación de sistemas silvopastoriles de estratos múltiples en el Caribe Colombiano. En: sistemas silvopastoriles para mejorar la producción de leche y disminuir el estrés calórico en la región caribe Colombiana*. Tesis de maestría. Universidad de Antioquia, Colombia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4565.8964>
- Barragán, W., Mahecha, L., Cajas, Y. (2016). Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río Sinú, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal – RECIA*, 8(2): 187-196. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n2.2016.186>
- Barragán, W., Mahecha, L., Moreno, J., Cajas, Y. (2017). Comportamiento ingestivo diurno y estrés calórico de vacas bajo sistemas silvopastoriles y pradera sin árboles. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (12). <http://www.lrrd.org/lrrd29/12/wils29234.html>
- Betancourt, K., Ibrahim, M., Harvey, C. Vargas, B. (2003). Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 10:39-40. <http://hdl.handle.net/11554/7612>

Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, Efficient Livestock Production with High Biodiversity and Good Welfare for Animals. *Proceedings of the Royal Society*, 280, 2025. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>

Cailliez, F. *Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos*. FAO, Roma, Italia. 1980, 92 p. ISBN: 92-5-300923-3. <http://www.fao.org/3/ap353s/ap353s00.pdf>

Calle, Z., Murgueitio, E., Chara, J., Zuluaga, A. F., Uribe, F., Galindo, A., Solarte, L. H. & Calle, A. (2013). *Integrating Sustainable Cattle Ranching, Forestry and Landscape Restoration into Intensive Silvopastoral Systems. In New Frontiers in Tropical Biology: The Next 50 Years (A Joint Meeting of ATBC and OTS)*. <http://www.fao.org/3/i2890e/i2890e06.pdf>

Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., Robledo, C. (2017). *Infostat versión 2017*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. www.infostat.com.ar

Durant, D., Tichit, M., Kerneis, E. & Fritz, H. (2008). Management of Agricultural Wet Grasslands for Breeding Waders: Integrating Ecological and Livestock System Perspectives – A Review. *Biodiversity and Conservation*, 17(9): 2275-2295. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9310-3>

Alcaldía de Montañita – Secretaría Municipal de Planeación (2018). *Esquema de Ordenamiento Territorial La Montañita 2018-2031*. <http://www.lamontanita-caqueta.gov.co/>

Gaitan, L., Laderach, P., Graefe, S., Rao, I. & van der Hoek, R. (2016). Climate-Smart Livestock Systems: An Assessment of Carbon Stocks and GHG Emissions in Nicaragua. *PloS One*, 11, e0167949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167949>

Ibrahim, M., Guerra, L., Casasola, F. & Neely, C. (2010). Importance of Silvopastoral Systems for Mitigation of Climate Change and Harnessing of Environmental Benefits (Chapter X). *Grassland Carbon Sequestration: Management, Policy and Economics*, 189-196. <http://www.fao.org/3/i1880e/i1880e09.pdf>

Ibrahim, M., Villanueva, C. & Casasola, F. (2007). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch Latinoam Prod Anim*, 15 (Supl. 1), 74-88. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121676004>

Imaña-Encinas, J. (1998). *Dasometría práctica*. Editora Universidade de Brasilia. Brasilia, Brasil. <https://es.scribd.com/document/273264669/LIVRO-DasometriaPractica>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (2014). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento de Caquetá Escala 1:100.000*. http://www2.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_general_titulo_contenido.jsp?idMenu=129

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (1993). *Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Occidente del Departamento del Caquetá*. Proyecto Investigaciones para la Amazonía INPA: Estudios en la Amazonía Colombiana VI. 3 Tomos. Tercer Mundo Editores. Santafé de Bogotá, D.C. http://www2.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_general_titulo_contenido.jsp?idMenu=354

Instituto Colombiano Agropecuario – ICA (2017). *Censo Pecuario Nacional. Censo Bovino en Colombia*. <http://https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx2008.aspx>

Karvatte, N., Kłosowski, E. S., de Almeida, R. G., Mesquita, E. E., de Oliveira, C. C. & Alves, F. V. (2016). Shading Effect on Microclimate and Thermal Comfort Indexes in Integrated Crop-Livestock-Forest Systems in

the Brazilian Midwest. *International Journal of Biometeorology*, 60, 1933-1941.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00484-016-1180-5>

Lopes, L. B., Eckstein, C., Pina, D. S., & Carnevalli, R. A. (2016). The Influence of Trees on the Thermal Environment and Behaviour of Grazing Heifers in Brazilian Midwest. *Tropical Animal Health and Production*, 48, 755-761. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-016-1021-x>

Martínez-Tovar, R. A., Rojas-Basto, L. C., Motta-Delgado, P. A. & Herrera-Valencia, W. (2017). Arboreal/Arbustive component associated to livestock system in San Vicente del Caguán Municipality, Caquetá – Colombia. *American Journal of Plant Sciences*, 8, 3162-3173. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.812213>

Murcia, G. U., Huertas, C. M., Rodriguez, J. M. & Castellanos, H. O. (2011). *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana, a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2002 al 2007*. Instituto Amazonico de Investigaciones Cientifica—Sinchi. Bogota, D.C. <https://sinchi.org.co/monitoreo-de-los-bosques-y-otras-coberturas-de-la-amazonia-colombiana-a-escala-1100000-cambios-multitemporales-en-el-periodo-2002-al-2007>

Murgueitio, E., Xochitl, F. M., Calle, D. Z., Chara, J. D., Barahona, R., Molina, D. C. & Uribe, T. F. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en America Latina. In: Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueito, E., Fassola, H. and Eibl, B., Eds., *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*, CIPAV, CATIE, Cali, 59-102. https://www.researchgate.net/publication/277014127_PRODUCTIVIDAD_EN_SISTEMAS_SILVOPASTORILES_INTENSIVOS_EN_AMERICA_LATINA

Musálem-Santiago, M. A. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapino Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8, 91-100. <https://www.redalyc.org/articulo.ox?id=62980201>

Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19: 113-122. <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv/vol1/iss19/5/>

Peña-Venegas, C. P. & Cardona, G. I. (2010). *Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación (No. LC-0596)*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas — Sinchi. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, D.C. <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/librosuelosweb.pdf>

Peri, P. L., Dube, F. & Varella, A. C. (2016). Silvopastoral Systems in the Subtropical and Temperate Zones of South America: An Overview. In: Peri, P., Dube, F. and Varella, A., Eds., *Silvopastoral Systems in Southern South America, Advances in Agroforestry*, Vol. 11, Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-24109-8_1

Sánchez, P. A. (1995). Science in Agroforestry. *Agroforestry Systems*, 30:5-55. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00708912>

Siavosh, S., Rivera, J. & Gómez, M. (2000). Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. En *conferencia electrónica de la FAO: agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Siavosh6.htm>

Soni, M. L., Subbulakshmi, V., Yadava, N. D., Tewari, J. C. & Dagar, J. C. (2016). *Silvopastoral Agroforestry Systems: Lifeline for Dry Regions*. In: Dagar, J.C. and Tewari, J.C., Eds., *Agroforestry Research Developments: Anecdotal to Modern Science. Agroforestry Research Developments*, 1. Nova Science Publisher, Inc., New York, 245-305.
https://www.researchgate.net/publication/315728170_SILVOPASTORAL_AGOFORESTRY_SYSTEMS_LIFELINE_FOR_DRY_REGIONS

Souza de Abreu, M., Ibrahim, M., Harvey, C., Jiménez, F. (2000) “Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica”. *Agroforestería en las Américas*, 7(26): 53–56.
<http://hdl.handle.net/11554/7590>

Efecto de la densidad de árboles sobre la productividad de leche, noroccidente amazónico colombiano¹

Jennifer R. Zambrano-Yepes^{*2}, Ricardo A. Martinez-Tovar², Luis H. Ortiz-Paladinez², Wilmer Herrera-Valencia², Pablo A. Motta-Delgado²

²*Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático. Florencia-Caquetá, Colombia*

[*investigacionmva@misionverdeamazonia.org](mailto:investigacionmva@misionverdeamazonia.org)

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una herramienta indispensable para la producción ganadera sostenible, su implementación en el noroccidente amazónico colombiano contribuye en la mitigación y adaptación al cambio climático. Pese a su relevancia, aún se requiere ahondar en investigaciones en la región que evidencien los efectos de la adopción de diferentes modelos de SSP sobre la productividad. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue conocer los efectos de dos tipos de SSP cinco años después de implementados sobre la productividad de leche, , en nueve municipios del departamento de Caquetá. Fueron seleccionados 34 agroecosistemas ganaderos los cuales se clasificaron según el estado del SSP, 17 SSP de alta densidad (**SSPa**) y 17 SSP de baja densidad (**SSPb**), por medio de un análisis de varianza se determinaron diferencias significativas entre los dos sistemas. Los **SSPa** registraron una productividad de 2390,41 kg leche/ha/año; mientras que los **SSPb** presentaron una productividad de 890,88 kg leche/ha/año. Los resultados del presente estudio permiten sugerir la implementación de los SSP de alta densidad en el noroccidente amazónico como alternativa viable para la producción ganadera sostenible, generando potencialmente mayores ingresos para el productor, contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático y minimizando efectos adversos sobre el suelo amazónico.

Palabras clave: Agroforestería, ganadería sostenible, manejo holístico, sistema silvopastoril

¹ Zambrano-Yepes, J.R., Martinez-Tovar, R.A., Ortiz-Paladinez, L.H., Herrera-Valencia, W., Motta-Delgado, P.A. (2024). Efecto de la densidad de árboles sobre la productividad de leche, noroccidente amazónico colombiano. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. 44-51). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Effects of arboreal density on milk productivity, northwest Colombian Amazon

Abstract

Silvopastoral systems (SPS) are an indispensable tool for livestock production, its implementation in the Colombian northwestern Amazon contribute to the mitigation of climate change. Despite its relevance, it is still necessary to delve into research in the region that evidences the effects of the adoption of different SPS models on productivity. For this reason, the aim of this study was to know the effects of two types of SSP five years after implementing on milk productivity in nine municipalities of the Caquetá state. 34 livestock agroecosystems were selected and classified according to the state of the SPS, 17 SPS of high density (SPSa) and 17 SPS of low density (SPSb), in the middle of an analysis of variance the differences between the two were determined systems. The SPSa registered a productivity of 2390.41 kg / ha / year; While the SPSb have a productivity of 890.88 kg / ha / year. The results of the present study can be suggested for the implementation of the silvopastoral system of high density in the Northwest Amazon as viable alternative for sustainable livestock production, generating greater income for the producer, contributing to the mitigation and adaptation to climate change for the producer and to minimize the adverse effects on the Amazonian soil.

Keywords: Agroforestry, sustainable livestock, holistic management, silvopastoral system

INTRODUCCIÓN

El noroccidente amazónico colombiano es considerado proveedor de diversos servicios ecosistémicos globales, entre ellos el equilibrio climático. Así mismo, constituye un corredor ecológico con altos niveles de integridad y múltiples sitios importantes para la conservación de la biodiversidad (Barrera et al., 2007; Ruiz et al., 2007). Debido al aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, los bosques tropicales actúan como un sumidero global de carbono, no obstante, los cambios en el uso de la tierra que se desarrollan en la Amazonia afectan la circulación atmosférica a escala global (Verburg et al., 2011).

Pese a la relevancia ecosistémica del noroccidente amazónico colombiano, allí se desarrollan modelos de producción extensiva que conducen a la degradación del ecosistema. La ganadería extensiva es el modelo económico de producción preferido en el departamento del Caquetá (DANE, 2015), y a su vez uno de los principales motores de deforestación en el departamento (Armenteras et al., 2006), que genera graves problemas sobre procesos ecológicos globales (Fearnside and Laurance, 2004).

De hecho, la deforestación en el noroccidente amazónico genera efectos a nivel global que requieren de una urgente implementación de estrategias de mitigación. Por esa razón, en los últimos años se han realizado investigaciones orientadas al desarrollo de modelos de producción ganadera sostenible, en los cuáles se integre como herramienta de manejo los sistemas silvopastoriles (SSP) como una de las estrategias de conservación de la biodiversidad, la adaptación y mitigación del cambio climático en el departamento de Caquetá (Castañeda et al., 2016; Herrera et al., 2016; Motta and Ocaña, 2018; Motta et al., 2019).

A pesar del amplio bagaje de investigaciones relacionadas con SSP, es relevante ahondar sobre los beneficios de la adopción de estas alternativas de uso sostenible del suelo en relación a sus efectos sobre la productividad de leche por hectárea (Motta et al., 2019). Un análisis de los efectos de los tipos de SSP sobre la productividad proporcionaría información relevante y facilitaría evaluar las mejores opciones para implementar SSP en el noroccidente amazónico colombiano, como estrategia para mejorar la productividad de leche y mitigar efectos negativos sobre el ecosistema.

Por tal razón, el objetivo de este estudio fue conocer los efectos de dos tipos de SSP cinco años después de implementados sobre la productividad de leche en agroecosistemas ganaderos en el noroccidente amazónico colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en el departamento de Caquetá (Colombia), localizado al noroeste de la región amazónica, entre los 00°42'17'' latitud sur y 02°04'13'' latitud norte y los 74°18'39'' y 79°19'35'' longitud oeste del meridiano de Greenwich (IGAC, 2014), en pasturas degradados de nueve municipios del departamento; Albania, San José de Fragua, Milán, Puerto Rico, San Vicente del Caguán, El Paujil, Cartagena del Chaira, La Montañita y El Doncello (*Figura 1*).

En el departamento del Caquetá se encuentran tres pisos térmicos con predominancia del cálido, se caracteriza por ser una de las regiones más lluviosas de Colombia, su temperatura promedio anual es de 25 °C, su precipitación pluvial media anual es de 3.840 mm (Holdridge, 1978; Farfán, 2008), teniendo un reducción durante los meses de octubre y febrero, tiempo que es considerado como la época seca en la región, mientras durante los meses de abril hasta agosto, se conocen como la época de lluvia de la zona, en donde su temperatura tiende a disminuir. La humedad relativa promedio es de 80% (IGAC, 1993, Motta & Ocaña, 2018).

Selección de unidades de producción

Se seleccionaron 34 predios del proyecto *Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá* de acuerdo a las recomendaciones de Yamamoto *et al.*, (2007), modificados para el presente estudio así: ser pequeños y medianos productores ganaderos, es decir, que sus predios no superaran las 300 hectáreas y tener producción lechera con al menos diez vacas en ordeño, disposición del propietario de participar en el proyecto, vías de acceso en buenas condiciones y contar con áreas destinadas a la conservación.

Diseño del estudio

Para abordar la investigación, los agroecosistemas se clasificaron en dos tipos según el estado del Sistema silvopastoril (SSP), 1) SSP de alta densidad (**SSPa**), constituido por más de 70 árboles/ha, manejo de potreros, rotación con máximo tres días de ocupación y 21 días de descanso; 2) SSP de baja densidad (**SSPb**), constituido por menos de 70 árboles/ha, y sin manejo rotacional de potreros. De los 34 agroecosistemas evaluados, 17 fueron **SSPa** y 17 **SSPb**.

Los SSP evaluados fueron implementados en el año 2016, con el establecimiento de cuatro tipos de modelos: *i*) cercas vivas, *ii*) callejones, *iii*) árboles dispersos, y *iv*) SSP por manejo de la sucesión vegetal. Las especies arbóreas con las que se inició la dicha implementación fueron: Yopo (*Anadenanthera peregrina*), Abarco (*Cariniana pyriformis*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Ocobo (*Tabebuia rosea*), y Melina (*Gmelina arborea*). Por su parte, las especies de pasto utilizadas fueron: *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, *B. dyctyonera*.

Recolección de datos

En cada agroecosistema ganadero, se realizaron controles mensuales de la producción de leche con apoyo de dinamómetro digital, en donde se registró además de los datos generales del predio la producción de leche en kilogramos, el tipo racial de la vaca (Media Sangre, Taurino, Cebuino), número de partos, meses en lactancia. Se seleccionaron los datos de producción de leche correspondiente a la temporada seca del departamento, para realizar la comparación entre las dos densidades de los sistemas evaluados (**SSPa** y **SSPb**).

A priori se desconocía el área (ha) exclusiva de pastoreo para las vacas en producción (ordeño) en los agroecosistemas objeto, por tanto, inicialmente se determinó la capacidad de carga en Unidad Animal por hectárea (UA/ha) correspondiente a 450 kg de peso vivo por unidad animal; posteriormente, se calculó la UA de las vacas de ordeño teniendo en cuenta el número de estas a un peso de 430 kg, estimado a partir de levantamiento de información previamente tomada. Finalmente, una vez determinada la UA de las vacas de ordeño, se realizó un factor de conversión para hallar el área (ha) dedicada al pastoreo de estas.

En este orden de ideas, se procedió a estimar la productividad de leche (kg leche/ha/año) con la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad leche (kg/ha/año)} = \frac{n \text{ vacas ordeño} * (\text{kg leche/vaca/día}) * 365}{\text{Área de pastoreo de vacas de ordeño (ha)}}$$

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el software InfoStat® versión libre 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017). Los dos tipos de sistemas (**SSPa** y **SSPb**) fueron comparados a través de análisis de varianza univariado (ANOVA) con el método LSD de Fisher a un nivel de significación del 95% para evaluar la hipótesis de igualdad entre los dos sistemas para la variable productividad de leche (kg leche/ha/año). Finalmente, se realizó una correlación de Pearson en el software Bioestat versión 5.3 (Ayres *et al.* 2007), para determinar si existía relación directa entre la productividad de leche y UA en ambas densidades de los sistemas.

RESULTADOS

En los agroecosistemas con **SSP_a** se encontró que el promedio del área de pasturas corresponde a 51,4 ha y 70 animales; por otro lado, en los agroecosistemas con **SSP_b**, el promedio del área de pasturas corresponde a 38,6 ha y 50 animales (*Tabla 1*).

Al procesar los datos de las 34 fincas en relación con la productividad de leche se encontró diferencias significativas entre los dos sistemas ($p<0,05$). Los **SSP_a** registraron una productividad de 2.390,41 kg leche/ha/año, mientras que en los **SSP_b** fue de 890,88 kg leche/ha/año (*Tabla 1*). Respecto a la capacidad de carga, en promedio fue de 1,12 UA en **SSP_a** y de 0,87 UA en los agroecosistemas con **SSP_b** (*Tabla 1*).

Asimismo, se observó una correlación positiva entre productividad (kg leche/ha/año) y UA con diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) en los dos tipos de SSP, en **SSP_a** ($r=0,6501$; $p=0,0047$) y **SSP_b** ($r=0,5815$; $p=0,0143$).

Se evidenció que en los agroecosistemas con **SSP_a** con capacidades de carga mayores a 1,5 UA/ha la productividad es superior a los 2.000 kg leche/ha/año. En contraste, los agroecosistemas con **SSP_b** no alcanzaron capacidad de carga igual a 1,5 UA/ha y su productividad fue inferior a los 2.000 kg leche/ha/año (*Figura 2*).

DISCUSIÓN

Los beneficios de implementar sistemas silvopastoriles con densidades superiores a 70 árboles por hectárea, con un manejo de máximo tres días de ocupación y mínimo 21 días de descanso en el noroccidente amazónico se ven reflejados directamente sobre un uso del suelo más productivo en relación con los kilogramos de leche que se producen en el agroecosistema.

Según Gamarra (2004), para mejorar la productividad ganadera es fundamental la búsqueda de animales más productivos con una menor cantidad de días abiertos y que den una cría de mayor calidad. De hecho, la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP), enriquece el hábitat de los animales, mejora la calidad nutricional de las pasturas, la disponibilidad y oferta de forraje, garantiza un mayor nivel de bienestar animal y mejora sus índices productivos, disminuyendo a su vez el requerimiento de espacio para su mantenimiento (Navas, 2010; Suárez et al., 2011). Para el caso del departamento de Caquetá, se encontró que la productividad de leche está ligada a mejores prácticas en la implementación de herramientas como los SSP de alta densidad y a la eficiencia en la utilización de los recursos.

Es de resaltar que en términos de beneficios de implementación de SSP, la mejora en la calidad productiva del hato contribuye en el aumento los ingresos para el productor, que al mismo tiempo disminuye la presión sobre el suelo (Gamarra, 2004). Según Yamamoto et al. (2007), la composición de las áreas de pastoreo puede influir significativamente en la productividad.

Por otra parte, Yamamoto et al. (2007), realizaron un estudio en clima tropical y reportan efectos

significativos en la producción de leche en áreas con sistemas silvopastoriles con densidad de árboles moderada que para ellos corresponde a >30 árboles/ha. Asimismo, Motta (2018) encontró en un estudio de evaluación de la sostenibilidad de agroecosistemas ganaderos que la productividad de leche en hatos de trópico húmedo en el departamento de Caquetá donde implementó SSP fue de $1.492,95 \pm 416,55$ kg leche/ha/año; sin embargo, la media de productividad más alta dentro de los SSP evaluados en el presente estudio fue la de alta densidad (**SSPa**), con 2.390,41 kg leche/ha/año. Esta puede atribuirse a que el número de árboles presentes en el **SPPa** y el manejo de potreros es el indicado para la obtención de una mayor productividad de leche en esta área.

Respecto a la capacidad de carga (UA), en estudios realizados en el departamento de Caquetá por Torrijos et al. (2015), esta oscila entre 0,35 y 1,71 UA, mientras que Motta-Delgado & Ocaña (2018), hallaron una capacidad de carga entre 0,26 y 1,6 UA/ha. Estos valores de capacidad de carga coinciden con el rango encontrado en este estudio, para los agroecosistemas con **SSPa** el promedio fue de 1,12 UA; para los **SSPb** fue de 0,87 UA (Tabla 1).

En relación con la correlación entre productividad y la capacidad de carga se pudo evidenciar que la productividad está en relación positiva con el aumento en la capacidad de carga, en este sentido, los Sistemas silvopastoriles de alta densidad permiten incrementar tanto la capacidad de carga como la productividad, por tanto, este tipo de densidad es viable para mejorar la sostenibilidad de los agroecosistemas ganaderos.

En efecto, este rango sugiere una brecha tecnológica la cual evidencia mayor carga animal en las explotaciones más tecnificadas, donde el desarrollo de SSP con mayores densidades de árboles y mejor manejo de potreros inciden en la disponibilidad de biomasa en los potreros y de este modo permiten el incremento de la carga animal.

En este sentido, los resultados del presente estudio permiten sugerir la implementación de los sistemas silvopastoriles de alta densidad en el noroccidente amazónico colombiano como herramienta para la producción ganadera sostenible, generando mayores ingresos para el productor, contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático y minimizando efectos adversos sobre el suelo amazónico.

REFERENCIAS

- Armenteras, D., Rudas, G., Rodriguez, N., Sua, S., Romero, M., (2006). Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecol. Indic.* 6, 353–368. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.03.014>
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L., dos Santos, A.d.A., (2007). *BioEstat - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Fundação Mamirauá. Belém, Pará, Brasil. libro
https://www.researchgate.net/publication/263608962_BIOESTAT_aplicacoes_estatisticas_nas_areas_das_Ciencias_Bio-Medica
- Barrera, X., Constantino, J., Espinosa, O., Hernández, L., Naranjo, I., Niño, R., Polanco, J., Restrepo, J., Revelo, J., Salazar, C., Yépez, F., (2007). *Escenarios de conservación en el Piedemonte Andino - Amazónico de Colombia*. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/33651>
- Castañeda, N., Álvarez, F., Arango, J., Chanchy, L., García, G., Sánchez, V., Solarte, A., Sotelo, M., Zapata, C.,

(2016). *Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia* (GIZ) GmbH; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
[https://www.researchgate.net/publication/323175628 Especies vegetales utiles para sistemas silvopastoriles del Caqueta Colombia](https://www.researchgate.net/publication/323175628_Especies_vegetales_utiles_para_sistemas_silvopastoriles_del_Caqueta_Colombia)

Fearnside, P., Laurance, W., (2004). Tropical deforestation and greenhouse-gas emissions. *Ecol. Appl.* 14, 982–986.
<https://doi.org/10.1890/03-5225>

Gamarra, J., (2004). *Eficiencia Técnica Relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe, Banco de la república centro de estudios económicos regionales*. Cartagena de Indias - Colombia.
<http://babel.banrepultural.org/cdm/ref/collection/p17054coll18/id/172>

Herrera, W., Lozano, F., Motta, P., Rojas, E., Toledo, V., Londoño, M., Medina, E., Camacho, J., Martínez, R., Pérez, K., (2016). *Manual para Fincas Sostenibles en Ganadería en el Departamento del Caquetá*, Misión Verde Amazonia (Editorial). Florencia, Caquetá, Colombia. https://misionverdeamazonia.org/wp-content/uploads/2018/10/MANUAL-FINCAS-SOSTENIBLES_PDF-17-julio.pdf

Motta-Delgado, P.A. (2018). *Evaluación de la sostenibilidad en pasturas Braquiarias para alimentación bovina en hatos del trópico húmedo, Caquetá Colombia*. (Tesis de Maestría), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonia.

Motta-Delgado, P., Ocaña, H., (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 81–92.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>

Motta-Delgado, P., Ocaña, H., Rojas, E., (2019). Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión. *Ciencia y Tecnología Agropecaria*, 20(2) https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1464

Navas, A., (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Rev. Med. Vet*, 19, 113–122. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10.pdf>

Ruiz, S., Sánchez, E., Tabares, E., Prieto, A., Arias, J., Gómez, R., Castellanos, D., (2007). *Diversidad biológica y cultural del sur de la Amazonia colombiana - Diagnóstico*. Bogotá D. C Colombia.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34605>

Suárez, E., Reza, S., García, F., Pastrana, I., Díaz, E., (2011). Comportamiento ingestivo diurno de bovinos de ceba en praderas del pasto Guinea (*Panicum maximum* cv. Mombasa). *Cienc. y Tecnol. Agropecu.* 12, 167.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol12_num2_art:228

Torrijos R; Beltrán Y; Eslava F. (2015). *Contexto Ganadero Regional 2015*. Florencia, Caquetá: Comité Departamental de Ganaderos del Caquetá.
https://issuu.com/rafaelatorrijos/docs/contexto_ganadero_caqueta_2015

Verburg, P., Neumann, K., Nol, L., (2011). Challenges in using land use and land cover data for global change studies. *Glob. Chang. Biol.* 17, 974–989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02307.x>

Yamamoto, W., Dewi, I., Ibrahim, M., (2007). Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agr Syst.* 94, 368–375.
<https://doi.org/10.1016/j.agrsy.2006.10.011>

PARTE 3. CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y COSTOS



Caracterización predial de agroecosistemas ganaderos, municipio de Puerto Rico, Amazonia Colombiana¹

Jennifer Zambrano-Yepes², Ricardo Martínez-Tovar², Yanith Santamaría Galindo², Pablo Motta-Delgado², Wilmer Herrera-Valencia²

² Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático.
Florencia- Caquetá, Colombia

*investigacionmva@misionverdeamazonia.org

Resumen

Es importante determinar los rasgos distintivos agroambientales y socioeconómicos en los agroecosistemas ganaderos. El análisis de estas variables posibilita diseñar estrategias de manejo con alternativas que se adaptan al contexto social, reducen los impactos ambientales y aumentan los beneficios económicos. Es por ello, que el objetivo de este estudio fue analizar variables socioeconómicas y agroambientales de los sistemas de producción de cinco predios del municipio de Puerto Rico. Se elaboró un instrumento de análisis agroambiental de datos tipo encuesta semiestructurada para productores ganaderos. Se encontró que las fincas cuentan con una extensión promedio de 48 ha, tienen el 85% del área cubierta por pastos, el 100% cuenta con división y rotación de praderas, el 60% de las fincas tiene implementado dos tipos de sistema silvopastoril, el 80% tiene pasturas con nivel 1 de degradación, respecto a las características socioeconómicas y culturales de la finca se encontró que el 100% de los propietarios utiliza los productos de pancego para autoconsumo, la capacidad de carga promedio es de 1,3 UGG, el promedio de producción de leche por vaca por día es de 3,8 kg. A partir de la caracterización de sistemas productivos, se evidencia que los agroecosistemas son de agricultura familiar, así mismo, se observa respuesta asertiva de los productores a la implementación de modelos sostenibles, sin embargo, existen carencias en los registros contables, técnicos y de manejo.

Palabras clave: Pastura, Producción ganadera, Sistema silvopastoril.

¹ Zambrano-Yepes, J.R., Martínez-Tovar, R.A., Santamaría, G.Y., Motta-Delgado, P.A., Herrera- Valencia, W. (2024). Caracterización predial de agroecosistemas ganaderos, municipio Puerto Rico, Amazonia Colombiana. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. 53-61). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Predial characterization of agroecosystems, Puerto Rico Municipality, Colombian Amazon

Abstract

It is important to determine the agro-environmental and socioeconomic distinctive features in livestock agroecosystems. The analysis of these variables makes it possible to design management strategies with alternatives that adapt to the social context, reduce environmental impacts, and increase economic benefits. For this reason, the objective of this study was to analyze socioeconomic and agro-environmental variables of the production systems of five farms in the municipality of Puerto Rico. A semi-structured survey-type data analysis instrument was developed for livestock producers. It was found that the farms have an average extension of 48 ha, they have 85% of the area covered by pastures, 100% have division and rotation of grasslands, 60% of the farms have implemented two types of silvopastoral system, the 80% have pastures with level 1 degradation, regarding the socioeconomic and cultural characteristics of the farm, it was found that 100% of the owners use the pancojer products for self-consumption, the average carrying capacity is 1.3 UGG, the Average milk production per cow per day is 3.8 kg. From the characterization of silvopastoral production systems, it is evident that the agroecosystems are family farming, likewise, there is an assertive response from producers to the implementation of sustainable models, however, there are deficiencies in the accounting, technical and accounting records. driving.

Keywords: Cattle production, Pasture, Silvopastoral system.

Introducción

El conocimiento de los agroecosistemas ganaderos en la Amazonía Colombiana constituye la base para la gestión y el ordenamiento de los predios. Determinar los rasgos distintivos agroambientales y socioeconómicos en los sistemas pecuarios de cada predio, posibilita diseñar estrategias de manejo con alternativas que se adapten al contexto social, reduzcan los impactos ambientales y aumenten los beneficios económicos de los productores.

Para garantizar la sostenibilidad de los agroecosistemas ganaderos del noroccidente amazónico colombiano es preciso ahondar en las condiciones ecológicas y socioeconómicas de los predios. Actualmente los sistemas pecuarios ubicados en el departamento de Caquetá afrontan diversas problemáticas, entre ellas la tenencia con respecto a su uso, alrededor de 1.823.125 hectáreas del territorio se han convertido en pastos (Murcia *et al.*, 2018). La dinámica del uso de la tierra en ganadería que se desarrolla en 14.251 de los 56.426 predios rurales, presentes en el departamento de Caquetá, corresponde a propietarios que se dedican a la agricultura tradicional, junto con grandes predios latifundistas dedicados a la ganadería extensiva (ICA, 2017).

Por otro lado, el municipio de Puerto Rico ocupa el segundo lugar del departamento con mayor cantidad de predios rurales dedicados a la ganadería extensiva (ICA, 2017). La actividad ganadera representa un renglón importante de la economía de dicho municipio (Corpoamazonia, S.F.), siendo el sistema doble propósito (producción de leche y carne) el tipo de explotación predominante (Martinez *et al.*, 2017). No obstante, dicha actividad productiva opera en zonas que no cuentan con la vocación para el desarrollo de esta, ocasionando conflictos en el uso del suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural, 2014).

La ganadería es una actividad económica que continuará generando conflictos en el uso del suelo del municipio. Es por ello, que se han desarrollado nuevas estrategias para mitigar el efecto sobre los ecosistemas, como los sistemas silvopastoriles, su implementación y sustitución de los antiguos modelos de producción se ha constituido en una solución para disminuir la deforestación, controlar la erosión y contribuir a la fertilización del suelo, entre otras (Mahecha, 2003).

En este orden de ideas, el propósito del presente estudio fue caracterizar las variables socioeconómicas y agroambientales de los sistemas de producción de cinco predios del municipio de Puerto Rico, dando paso a determinar las condiciones y las formas de apropiación del territorio por parte de los productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en cinco fincas ganaderas del municipio de Puerto Rico, departamento de Caquetá, localizado al noroeste de la región Amazónica colombiana, entre

las coordenadas $1^{\circ}54'27''$ latitud Norte y $75^{\circ}09'30''$ longitud Oeste del meridiano de Greenwich (Figura 1). El área de estudio presenta temperatura promedio anual $25,6^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 87,1% (IGAC, 1993).

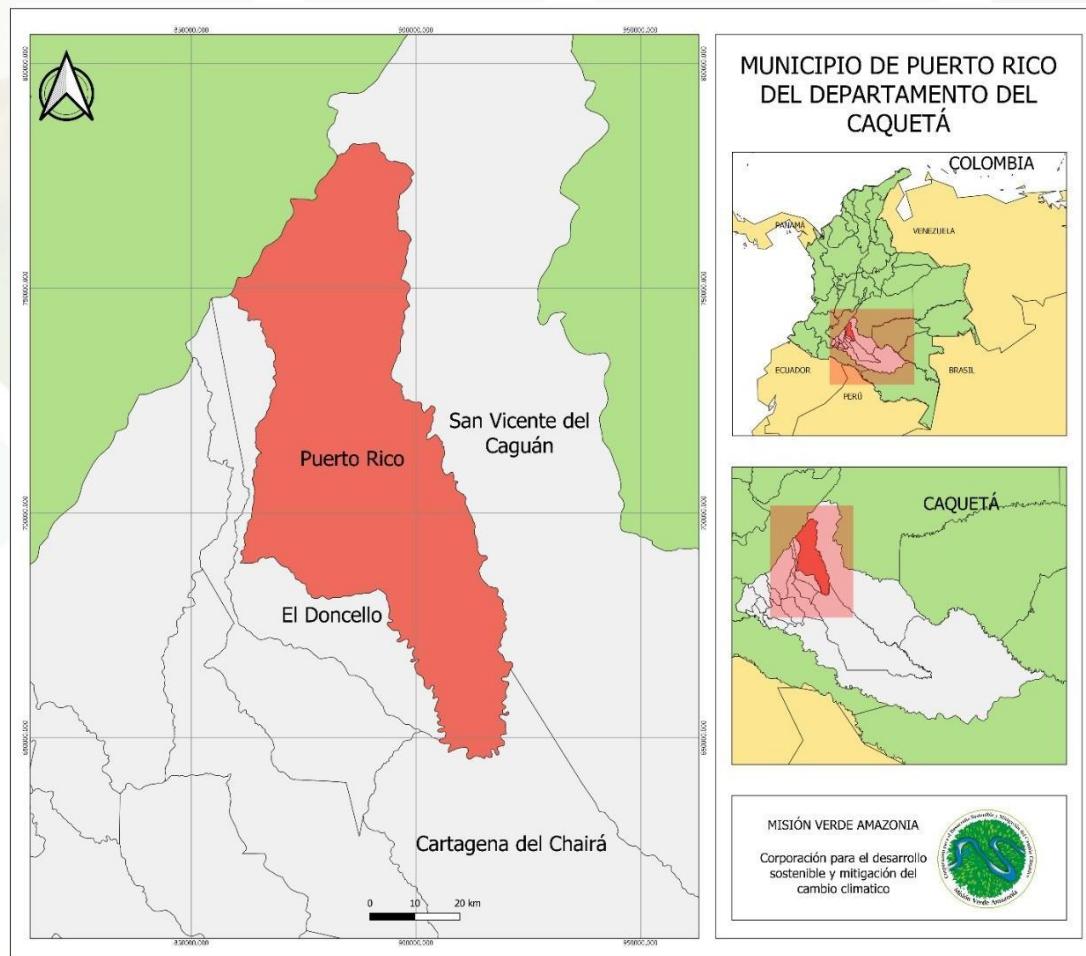


Figura 1. Localización de fincas en el municipio de Puerto Rico, Caquetá, Colombia

Criterios de inclusión de las fincas

La selección de las cinco fincas requirió del cumplimiento previo de algunos parámetros, entre estos, debieron: ser productores pequeños y medianos, cuyos predios no superaran las 300 hectáreas; tener producción lechera, disposición del propietario de participación y aplicación de tecnologías de conservación; además de contar con áreas destinadas a la conservación. Por su parte, se elaboró un instrumento de recolección de datos tipo encuesta semiestructurada, que se aplicó directamente por parte de los profesionales a los productores/propietarios. La información colectada se resguardó en bases de datos, fue tratada mediante estadística descriptiva transformando las variables cualitativas en cuantitativas para facilitar su análisis.

A través de este instrumento, se determinaron 26 variables descriptivas de las dimensiones agroambiental y biofísica (14) y socioeconómica y cultural (12); que

involucraron aspectos de los sistemas de producción silvopastoril, capacidad de carga (UGG), manejo y estructura del rebaño, uso de la tierra, asesoramiento, sanidad y diversificación de la producción. Todas las variables se refieren a un período de un año, correspondiente al 2018.

RESULTADOS

Se determinaron 26 variables descriptivas de las dimensiones agroambiental y biofísica (14) y socioeconómica y cultural (12) (Tabla 1). Las fincas cuentan con una extensión promedio de 48,2 ha, tienen el 85% del área cubierta por pastos, el 100% cuenta con división y rotación de praderas, con aproximadamente 25 potreros, con períodos de ocupación de 2 días y períodos de descanso de 21 días, el 60% de las fincas tiene implementado dos tipos de sistema silvopastoril, el 80% tiene pasturas con nivel de degradación de 1, el tipo de ordeño es 80% manual y 20% mixto (manual y mecánico), el 80% no posee séptico, el 60% cuentan con planta solar como fuente de energía alternativa, el 60% usa agroquímicos para el control de arvenses y un promedio de 1722 kg/ha de biomasa.

Respecto a las características socioeconómicas y culturales de la finca se encontró que el 100% de los propietarios utiliza los productos de pancoger para autoconsumo, la capacidad de carga promedio es de 1,3 UGG, el promedio de producción de leche es de 3,8 kg/vaca/día, la cantidad de personas que dependen de la actividad productiva de la finca son 3 en promedio, el 80% de los productores considera que sus hijos continuarán con el legado de trabajo en la finca, el promedio de edad de las personas que toman las decisiones en la finca oscila alrededor de los 53 años; también se encontró que el 40% de los productores llevan registros de gastos y producción de su finca, el 100% de las

Tabla 1. Variables agroambientales - biofísicas y socioeconómicas y culturales

CATEGORIA	VARIABLE	PROMEDIO
Agroambientales y biofísicos	Área del predio (ha)	48,2
	Proporción de pastos/área de finca (%)	85
	Número de potreros	25,4
	Días de ocupación de pradera	1,8
	Tiempo de descanso de los praderas (días)	21,2
	Cuenta con callejón y cerca viva como SSP	60
	Nivel de degradación de las pasturas (1)	80
	El sistema de ordeño es manual y mecánico (%)	20
	El sistema de ordeño es manual (%)	100
	Tiene pozo séptico (%)	20
	Tiene planta solar como energía alternativa (%)	60
	Usa agroquímicos para el control de arvenses (%)	60
	Biomasa materia seca (kg/ha)	1722
	Usa el estiércol como abono (%)	100
Socioeconómicos y culturales	% de los productos de pancoger para autoconsumo	100
	Capacidad de carga (Unidades animales por hectárea -	1,3

UGG)	
Producción kg/leche/vaca/día	3,8
Número de personas que dependen económicamente de la actividad de la finca	3,8
Considera que los hijos continuarán con el legado de trabajo en su finca (%)	80
Edad de la persona que toma las decisiones de la finca (años)	53
Utiliza registros en su finca	40
% Jefes de hogar que administran la finca	100
Productores que invierten mano de obra/año (%)	60
El predio tiene alguna certificación	60
Total inventario de cabezas de ganado	76,4
Recibe asistencia técnica periódicamente	100

fincas son administradas por el jefe de hogar, el 60% de los productores invierte todo su tiempo en el manejo de la finca, el 60% de las fincas cuenta con algún tipo de certificación, el promedio del total de cabezas de ganado por predio es de 76 animales, y el 100% de las fincas analizadas reciben asistencia técnica periódicamente.

Discusión

Los agroecosistemas del estudio se ubican por debajo de la extensión máxima de la unidad agrícola familiar (UAF) establecida para el departamento del Caquetá (260,59 ha), según el acuerdo 140 de 2008 (INCODER, 2008). De igual manera, de acuerdo a consideraciones de la FAO como, la característica dependencia en gran medida de la mano de obra familiar y la correspondiente administración de la unidad económica adjudicada al jefe del hogar, se pueden catalogar como explotaciones de agricultura familiar (Salcedo & Guzmán, 2014). Por otro lado, también se puede considerar como un sistema de producción pequeño, con promedio de cabezas de ganado inferior a 80, coincidiendo con los criterios propuestos por Pallares (2014).

La proporción del área de las fincas cubiertas por pastos oscila alrededor del 85%, esta es una situación preocupante y genera cuestionamientos respecto a la amplia proporción de pastos en fincas que intentan implementar otros sistemas de producción bajo el marco de la sostenibilidad, de hecho, estudios realizados por Ramírez (2002) y Dávalos *et al.* (2014) sugieren que la razón de los productores para deforestar sus reservas forestales y convertirlas en praderas se debe a la pretensión de valorizar sus propiedades.

Respecto a los días de ocupación y de descanso de las praderas, se observa la tendencia a disminuir el período de ocupación y aumentar el período de descanso de los potreros dedicados al sistema productivo doble propósito, reflejando una respuesta asertiva por parte de los productores a la implementación de modelos sostenibles acordes a la región propuestos por Cipagauta *et al.* (1998), los cuáles indican que los períodos cortos de descanso afectan la recuperación de la pastura.

Se encontró que el nivel de degradación de las pasturas es bajo (1); es importante, considerar la susceptibilidad a sufrir degradación por efecto de compactación del suelo, ya que es una de las principales problemáticas de estos suelos (Peña & Vanegas, 2010). Las malas prácticas pecuarias deterioran las propiedades físicas y químicas del suelo, según Pinzón & Amézquita (1991) y Escobar & Ioriatti (1992), en los suelos del noroccidente amazónico, se han desarrollado procesos de compactación por causa del pastoreo, afectando las condiciones de retención de humedad, en algunos casos limitando el crecimiento de las raíces, el nivel de fertilidad y la productividad del suelo.

En relación con el sistema de ordeño, se observa la preferencia por el tipo manual. Para mejorar la calidad y cantidad de producción de leche en las fincas analizadas es importante entre otras, incluir mejoras en las prácticas de ordeño.

Las condiciones de sanidad ambiental de la mayoría de las fincas, sugieren que es relevante implementar pozos sépticos, ya que el 80% de los propietarios entrevistados señala no contar con los recursos para la instalación de los sistemas de manejo de aguas negras y por ende se ven forzados a realizar las descargas directamente sobre la fuente hídrica.

Se encontraron valores de biomasa en promedio de 1722 kg/ha, aproximadas a lo reportado en hatos del trópico húmedo del departamento del Caquetá por Motta y Ocaña (2018), sugiriendo buena productividad de las pasturas.

Es de resaltar, el cambio en el uso del estiércol por parte de los productores, señalan que anteriormente no utilizaban los tanques estercoleros, pero a partir de su implementación les ha permitido disminuir los costos de producción y emplear menos insecticidas que afectan la salud humana, y la diversidad biológica del sistema.

Según Andrade *et al.*, (2011), la capacidad de soporte potencial de los pastos tropicales es de aproximadamente 12,5 UA/ha, considerando tasa de acumulación de materia seca de 200 kg/ha/día, eficiencia de utilización del 70% y consumo de materia seca (MS) equivalente a 2,5% del peso vivo animal (11,25 kg MS/UA/día). Sin embargo, la carga de los pastos de las fincas de Puerto Rico fue de (1,3 UA/ha), lo que sugiere, que aún se deben implementar más prácticas de manejo, así como, la intensificación de la ganadería para incrementar la productividad.

Para efectos de comparación de datos se realizó la conversión de litros a kilogramos teniendo en cuenta que la densidad de la leche es de 1,030 g/ml. En este sentido, la producción de leche encontrada en este estudio es de 3,8 kg/vaca/día, aproximándose a los valores reportados por Torrijos *et al.*, (2017) en el departamento del Caquetá de 4,4 kg/vaca/día.

Conclusiones

A partir de la caracterización de sistemas productivos se evidencian algunas carencias; es preciso, realizar mejoras a algunos aspectos, como es el caso del uso de sistemas de registro contables, técnicos y de manejo que les permitan tener un conocimiento preciso de los costos de producción, tener alta eficiencia productiva, reproductiva, sanitaria y administrativa. De igual manera, la adopción de sistemas de tratamiento de aguas negras es indispensable para evitar la contaminación de las fuentes hídricas de sus fincas en el municipio de Puerto Rico.

Agradecimientos

Este estudio es parte de los resultados parciales del proyecto “Implementación y Validación de Modelos Alternativos de Producción Ganadera en el Departamento del Caquetá” (BPIN 2013000100164), realizado con la financiación del Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación – FCTeI del Sistema General de Regalías (SGR), ejecutado por la Gobernación de Caquetá, y operado por la Corporación para el Desarrollo Sostenible y Mitigación del Cambio Climático: Misión Verde Amazonía (<http://misionverdeamazonia.org/>).

REFERENCIAS

- Andrade, C., Ferreira, A. & Farinati, L., (2011) Tecnologias Para Intensificação Da Produção Animal. En *Pastagens: Fertilizantes X Leguminosas.* : 111–158. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/913648/tecnologias-para-intensificacao-da-producao-animal-em-pastagens-fertilizantes-x-leguminosas>
- Cipagauta, M., Velásquez, J., & Pulido, J., (1998). *Producción de leche en tres pasturas del Piedemonte Amazónico del Caquetá, Colombia.* Corpoica. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2031.pdf
- Corpoamazonia (S.F.) Colombia. Consultado en: http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caqueta/Caq_Economico.htm
- Dávalos, L., Holmes, J., Rodríguez, N., & Armenteras, D., (2014) Demand for beef is unrelated to pasture expansion in northwestern Amazonia, *Biological Conservation*, 170: 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.018>
- Escobar, C. y Ioriatti., (1992) Distribución de la materia orgánica y del Carbono-13 natural en un Ultisol del piedemonte Amazónico. *Pasturas tropicales*, 13(2): 27-30. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/19988/47078>
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2017) *Censo Pecuario Nacional, Censo Bovino en Colombia.* <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017.aspx>
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER. (2008) *Acuerdo 140. 2008, mayo 7.* (Boletín oficial del estado Número 47122 del 24 de septiembre de 2008) Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (1993). *Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Occidente del Departamento del Caquetá.* Proyecto Investigaciones para la Amazonía INPA: Estudios en la Amazonía Colombiana VI. 3 Tomos. Tercer Mundo Editores.

Mahecha, L. (2003) Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16(1). https://www.researchgate.net/publication/45117789_Importancia_de_los_sistemas_silvopastoriles_y_principales_limitantes_para_su_implementacion_en_la_ganaderia_colombiana

Martinez-Tovar, R.A., Motta-Delgado, P.A., Herrera-Valencia, W. (2017) Razas y cruces bovinos de doble propósito en el departamento de Caquetá. Editorial Misión Verde Amazonía, Florencia, Caquetá, p.70. <https://misionverdeamazonia.org/wp-content/uploads/2018/07/LIBRO-RAZAS- Y-CRUCESES-BOVINOS-DE-DOBLE-PROP%C3%93SITO-EN-EL-DEPTO.-DEL- CAQUET%C3%81.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural (2014) *Unidad de planificación rural agropecuaria.* www.upra.gov.co

Motta-Delgado, P., y Ocaña-Martínez, H. (2018) Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15(1): 81-92. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2284/1/PPS-929.pdf>

Murcia U; Barón O; León A; Arias J. (2018) *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multi temporales en el periodo 2014 al 2016 y coberturas de la tierra del año 2016.* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI”. Bogotá, D.C. (en revisión).

Pallares, Z. (2014) *Caracterización integral de la cadena de valor del sector lácteo en: Valle de Ubaté-Chiquinquirá y departamento del Caquetá.* Informe final de proyecto. Bogotá D.C: Propaís. <https://propais.org.co/wp-content/uploads/ue/informe-final-ue-sector-lacteo-pallares.pdf>

Peña, C., & Vanegas, G. (2010). *Dinámicas de los suelos amazónicos. Procesos de degradación y alternativas para su recuperación.* Instituto SINCHI.

Pinzón, A., & Amézquita, E. (1991) Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia, *Pasturas tropicales*, 13(2). <http://tropicalgrasslands.info/index.php/tgft/pages/view/Pasturas>

Ramírez, B. (2002) Caracterización y alternativas productivas para fincas ganaderas establecidas en la Amazonía Colombiana, *Agroforestería en las Américas*, 9(33-34). <http://repositorio.bibliotecaorto.catie.ac.cr/handle/11554/5875>

Salcedo S., Guzmán L. (2014) *Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de política.* Primera ed. Salcedo S, Guzmán L. (editores). Santiago, Chile: FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>

Torrijos, R., Eslava, F. & Beltrán, Y. (2017) *Nueva ganadería de Caquetá en cifras 2016.* Comité Departamental de Ganaderos del Caquetá. Florencia, Caquetá, Colombia. https://issuu.com/rafaelatorrijos/docs/contexto_ganadero_cauquia_2016

Costos de implementación de modelos silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano¹

Jennifer Zambrano Yepes^{2*}, Ricardo Martínez², Wilmer Herrera Valencia², Pablo Andrés Motta-Delgado²

²Misión Verde Amazonia: Corporación para el desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático

*jr.zambranoyepes@gmail.com

Resumen

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de arreglo agroforestal, su implementación implica una inversión diferenciada según el modelo que el productor establezca de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas del agroecosistema. El objetivo del estudio fue analizar el costo de implementar cuatro modelos de sistemas silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano, se determinaron los costos de establecimiento y mantenimiento de cuatro modelos de sistemas silvopastoriles: a) callejón, b) cercas vivas, c) SSP con manejo de la sucesión vegetal y árboles dispersos en la pastura, encontrando que el modelo más costoso de implementar fue el de tipo callejón. Los costos de implementación de sistemas silvopastoriles son un factor que repercutirá en su nivel de adopción y en la rentabilidad del sistema productivo.

Palabras clave análisis económico, amazonia, inversión, sistema agroforestal, sistemas de pastoreo

¹ Zambrano-Yepes, J.R., Martínez-Tovar, R.A., Herrera-Valencia, W., Motta-Delgado, P.A. (2024). Costos de implementación de modelos silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano. En: P. Motta-Delgado., J.R. Zambrano-Yepes & W. Herrera-Valencia (Edits). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático (Primera ed., págs. 62-75). Florencia, Caquetá, Colombia: Misión Verde Amazonia.

Costs of implementation of silvopastoral systems in the Colombian Amazonian Northwest

Abstract

The silvopastoral systems are a modality of the agroforestry arrangement, its implementation implies a differentiated investment according to the model that the producer establishes and the edaphoclimatic conditions of the agroecosystem. The aim of this study was to analyze the cost of implementing of four models of silvopastoral systems in the Colombian Amazonian northwest, the costs of establishment and maintenance of the four models of silvopastoral systems a) alley farming b) live fences, c) SPS with manage of plant succession, d) scattered trees in pasture were determined, finding that the most expensive model to implement was the alley farming type. The investment in silvopastoral systems implementation is a cost that will affect a business more profitable for producers and its adoption level.

Key words: Amazon, agroforestry system, economic analysis, grazing systems, investment

Introducción

El análisis económico del costo-beneficio es una técnica de evaluación que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto (Miranda 2001). La utilidad y viabilidad financiera del proyecto tiene como objetivo maximizar el bienestar social, promoviendo la asignación eficiente de los recursos, de manera que contribuyan a combinar la lógica financiera con la social para construir un éxito duradero (Ortega, 2012).

Durante el proceso de mejoramiento del bienestar social en el noroccidente Amazónico colombiano, los efectos e impactos ambientales no han sido considerados como prioritarios. El proceso de desarrollo que se ha implementado en el departamento de Caquetá es una de las principales causas del deterioro ambiental, como efecto de la actividad económica predilecta de la región, que es la ganadería extensiva (DANE, 2015), la cual genera conflictos de uso del suelo al no contar con la aptitud para el desarrollo de este modelo de producción, afectando la sostenibilidad del ecosistema (UPRA, 2018).

La sostenibilidad en los sistemas de explotación pecuaria en el noroccidente amazónico debe considerar aspectos socioeconómicos y agroambientales. El desarrollo sostenible debe ser capaz de satisfacer las necesidades básicas de la población, respetando la diversidad cultural y mejorando la calidad de vida (Leff, 1998). Sin embargo, en el noroccidente amazónico diversas actividades económicas no se ejecutan de forma sostenible y ponen en riesgo la calidad de vida de la población, como es el caso de la ganadería extensiva tradicional que es una de las actividades causante de acelerados procesos de deforestación en la región.

Según Hettler *et al.* (2018), en el último año 156.722 hectáreas han sido deforestadas en la Amazonia colombiana. Debido a esta problemática, se viene fomentando la necesidad de reorientar los sistemas de producción pecuaria, para convertirlos en modelos alternativos de uso de la tierra, con la implementación de diversas estrategias como es el caso de los sistemas silvopastoriles (SSP).

Los SSP son una herramienta muy valiosa a la hora de diversificar la producción, especialmente la ganadera, donde los árboles y/o arbustos interactúan y se relacionan con los pastos y los animales, bajo un sistema de manejo integral (Ojeda, *et al.*, 2003). Debido a las distintas alternativas de obtención de productos y subproductos que ofrecen los SSP, los ingresos del predio mejoran. De hecho, los SSP ofrecen muchos más beneficios socioeconómicos y agroambientales frente a los sistemas tradicionales. Los materiales y métodos en un sistema tradicional son más ortodoxos lo que implica una menor inversión de capital con respecto al SSP (González, J., 2013); sin embargo, los SSP ofrecen mayores beneficios netos y utilidades, representados en una mayor capacidad de carga animal, y aumento en los parámetros productivos (Barragán *et al.*, 2016), como también en el mejoramiento del bienestar animal (Navas, 2010).

En este orden de ideas, el objetivo de la presente investigación fue analizar el costo de implementación de cuatro modelos de sistemas silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano, teniendo en cuenta las inversiones que un productor de ganadero debería realizar.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se desarrolló en el departamento de Caquetá (Colombia), localizado al noroeste de la región amazónica, entre los 00°42'17" latitud sur y 02°04'13" latitud norte y los 74°18'39" y 79°19'35" longitud oeste del meridiano de Greenwich (IGAC, 2014), en potreros degradados sometidos a pastoreo de nueve municipios del departamento; Albania, San José de Fragua, Milán, Puerto Rico, San Vicente del Caguán, El Paujil, Cartagena del Chaira, La Montañita y El Doncello (Figura 1).

El departamento se caracteriza por ser una de las regiones más lluviosas de Colombia, su temperatura promedio anual es de 25 °C con oscilaciones entre 18 y 36 °C, la precipitación pluvial media anual es de 3.840 mm, sin estación seca bien definida; la humedad relativa es superior al 80% pero puede fluctuar entre el 64 al 93% (Motta- Delgado y Ocaña-Martínez, 2018). El área de estudio pertenece a una zona de bosque húmedo tropical (*BhT*), según la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1987).

El paisaje característico del noroccidente de la Amazonía colombiana corresponde a lomerío, el cual ocupa el 67,79% del territorio del departamento. De hecho, el lomerío se caracteriza por presentar elevaciones naturales del terreno inferiores a 300 m.s.n.m, una inclinación de laderas que varía entre el 7 y 12%, y en algunas zonas alcanza hasta el 50%. De igual manera, la unidad de paisaje piedemonte ocupa únicamente el 0,7% del área total del departamento, con alturas que sobrepasan los 400 m.s.n.m., comprende superficies planas de suave inclinación con pendientes entre el 3 y el 12% (IGAC, 2014).

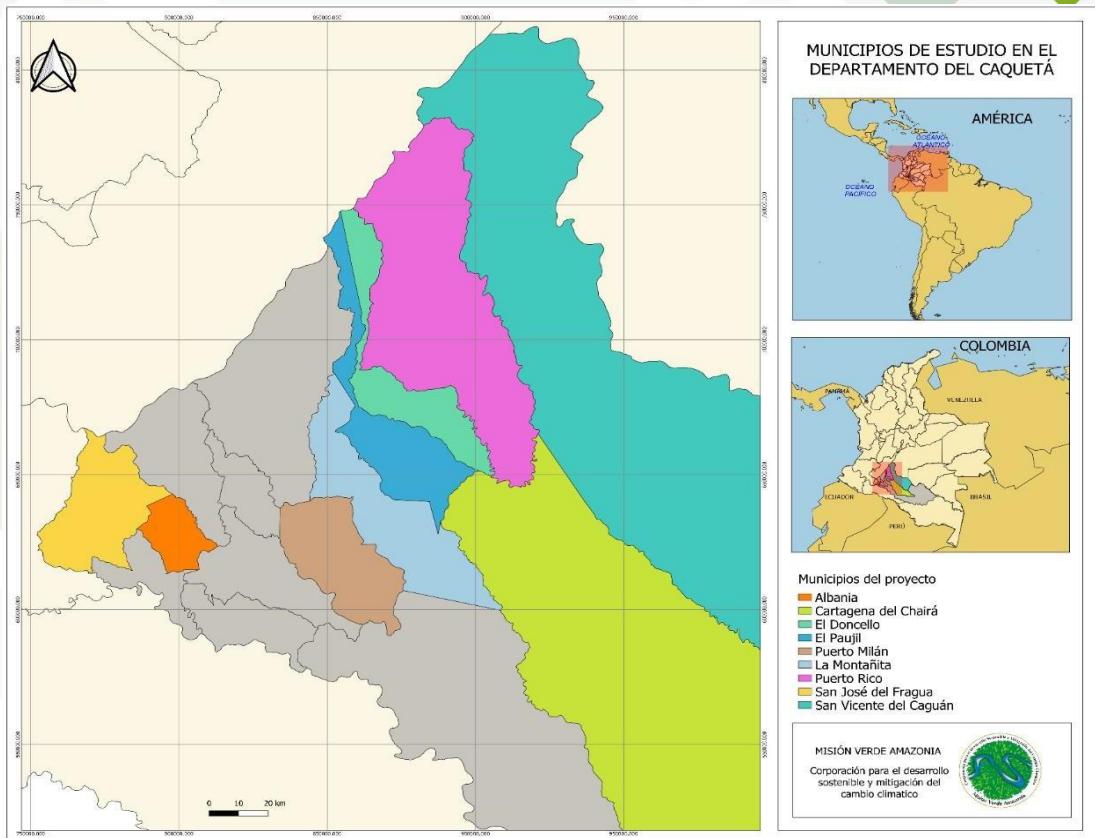


Figura 1. Localización de los municipios de estudio en el departamento de Caquetá

Selección de agroecosistemas

Se seleccionaron predios de los nueve municipios del proyecto *Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá* de acuerdo a las recomendaciones de Yamamoto *et al.*, (2007), modificados para el presente estudio así: ser pequeños y medianos productores ganaderos, es decir, que sus predios no superaran las 300 hectáreas; disposición del propietario de participar en el proyecto; vías de acceso en buenas condiciones y contar con áreas implementadas con sistemas silvopastoriles. Se realizaron visitas a los agroecosistemas ubicados en los municipios de Albania, San José de Fragua, Puerto Milán, Puerto Rico, San Vicente del Caguán, El Paujil, Cartagena del Chairá, La Montañita y El Doncello para la verificación de los criterios.

Diseño del modelo

Posterior a la selección de los predios y al establecimiento de acuerdos con los productores, se procedió a la implementación de los sistemas silvopastoriles (SSP). Se establecieron cuatro modelos de SSP: a) callejones, b) cercas vivas, c) SSP con manejo de la sucesión vegetal y d) arboles dispersos.

Para el cálculo de los costos en el modelo de SSP por callejones, se caracterizó por presentar cerca eléctrica de alambrado doble, compuesto por un área de 1 ha con

medidas de 100 x 100 m. El modelo contempla el establecimiento de seis surcos por hectárea distanciados a 20 m cada uno, con 16 árboles por surco, la distancia entre arboles es de 6 m para una densidad final de siembra de 80 árboles/ha (Figura 2).

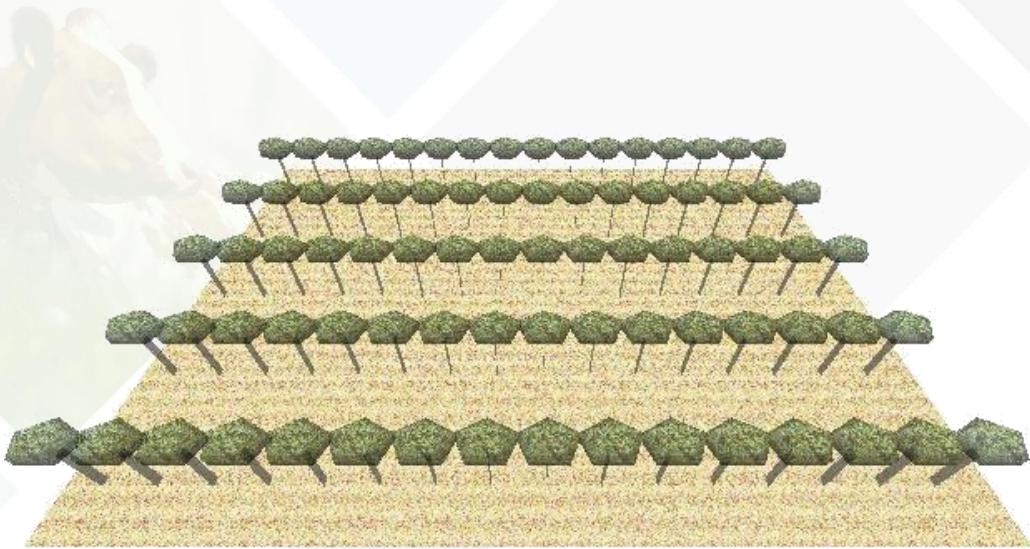


Figura 2. Diseño del modelo SSP tipo callejones

Para el cálculo de los costos en el modelo de SSP tipo cercas vivas , se caracterizó por presentar una longitud de 400 m con cerca eléctrica de alambrado doble a lado y lado, longitud determinada para extraer similitud a una hectárea de SSP, 400 m longitud x 25 m de ancho (12,5 metros a lado y lado) donde incide directamente la cerca viva. Los árboles fueron plantados a una distancia de 5 m sobre la cerca para una densidad de siembra equivalente por hectárea de 80 árboles (Figura 3).



Figura 3. Diseño del modelo SSP tipo cerca viva

El modelo de SSP con manejo de la sucesión vegetal no presentó siembra de plántulas, se mantuvo la disposición original de la sucesión, realizando raleo o corte de árboles y arbustos no deseados por el productor evitando la sobre población para garantizar un nivel de sombra inferior al 30% en el potrero, evitando árboles que pudieran generar

lesiones a los animales y que presentaran alelopatías con las pasturas. Se instaló un linderio con cerca eléctrica de alambrado doble de 100 x 100 m (Figura 4).

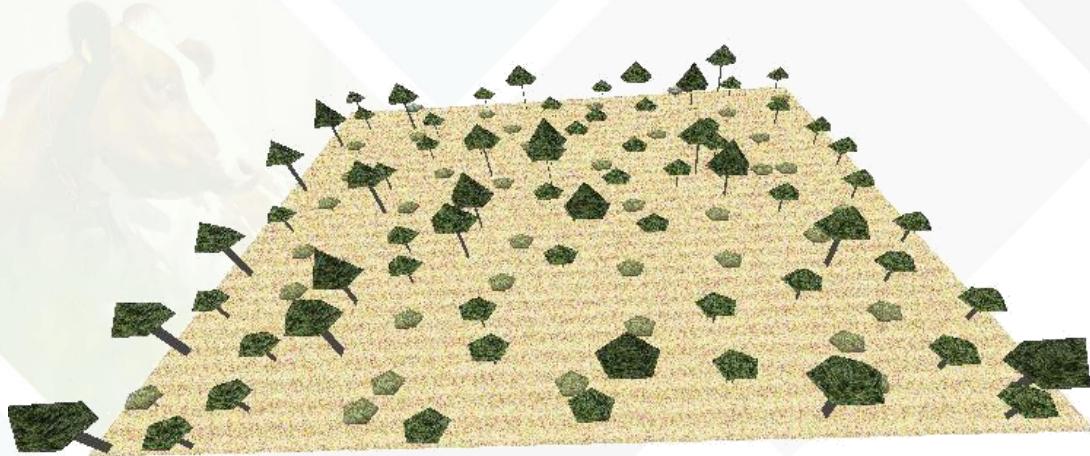


Figura 4. Diseño del modelo SSP con manejo de la sucesión vegetal

En la implementación del modelo de SSP tipo arboles dispersos se realizó delimitación de un área de 100 x 100 bordeadas con cerca eléctrica de alambrado doble, encerrando árboles nativos ya establecidos en la pradera (Figura 5).

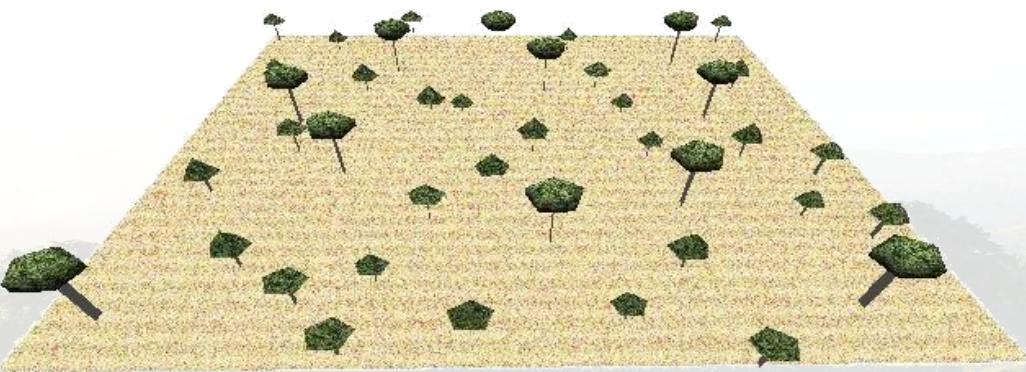


Figura 5. Diseño del modelo SSP tipo árboles dispersos

Las especies arbóreas con las que se inició la implementación de los modelos de SSP tipo callejón y cercas vivas fueron: Yopo (*Anadenanthera peregrina*); Abarco (*Cariniana pyriformis*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Ocobo (*Tabebuia rosea*) y Melina (*Gmelina arborea*).

Procesamiento de datos

Para analizar el costo de implementar el modelo SSP tipo callejón, cerca viva, SSP con manejo de la sucesión vegetal y árboles dispersos inicialmente, se determinaron los

costos de establecimiento para cada tipo de modelo en suelos sometidos a pastoreo. Dentro de la estructura de costos se tuvo en cuenta la planificación, insumos, maquinaria y equipo para el primer año de implementación de este; a partir del segundo hasta el quinto año, se analizaron los *costos de mantenimiento* del SSP. Es de resaltar, que los costos de mano de obra fueron asumidos por el productor. Posteriormente, se totalizaron los costos de establecimiento y de mantenimiento de cada modelo durante un periodo de cuatro años.

Resultados

La implementación de los diferentes tipos de SSP en el noroccidente amazónico evidencian los distintos requerimientos de inversión y mantenimiento. Bajo el marco de la implementación del modelo SSP tipo callejón, cerca viva, SSP con manejo de la sucesión vegetal y árboles dispersos, se determinaron los costos de establecimiento y mantenimiento de cada tipo de SSP por hectárea Encontrando que, los costos de establecimiento son superiores a los costos de mantenimiento. En este último solo se deben renovar algunos insumos como semillas de pasto, herbicida y fertilizante y, pocos materiales correspondientes a la maquinaria y equipo como el alambre de cerca eléctrica y aisladores tipo puntilla. Se observa que el modelo de callejones requiere más inversión de establecimiento y mantenimiento, seguido por las cercas vivas; no obstante, los costos de mantenimiento son los mismos para los modelos cerca viva, SSP con manejo de la sucesión vegetal y árboles dispersos (Tabla 1).

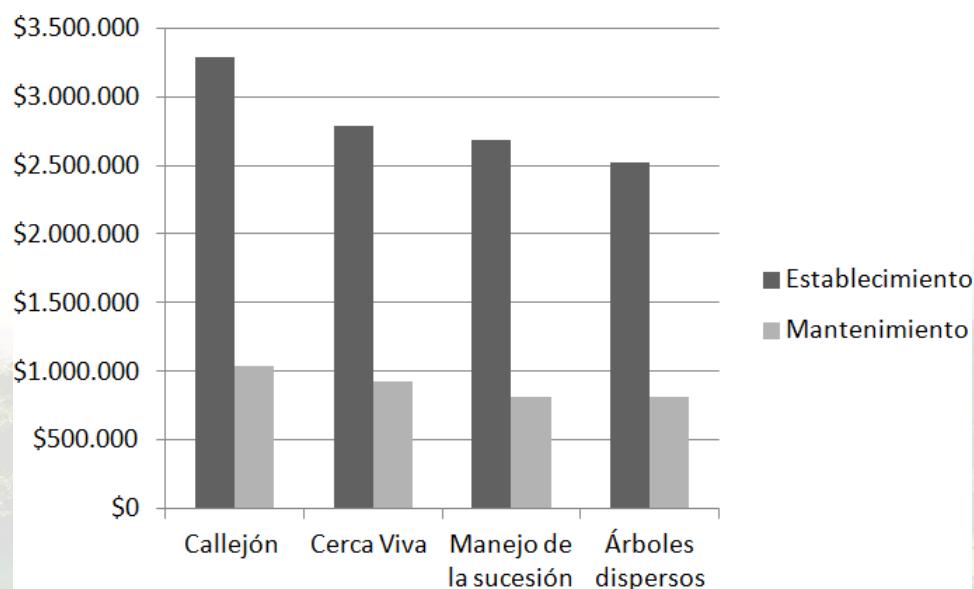


Tabla 1. Costo en pesos colombianos de establecimiento y mantenimiento de cuatro modelos de sistema silvopastoril (SSP)

Los costos –en pesos colombianos (COP\$)– de establecimiento en el SSP tipo callejón (\$3'283.928), son más altos respecto al SSP tipo cerca viva (\$2'787.390), al SSP con manejo de la sucesión vegetal (\$2'682,590) y al tipo árboles dispersos (\$2'522,590).

Tabla 1. Costo (COP\$) de establecimiento y mantenimiento de cuatro arreglos de sistema silvopastoril (SSP) por hectárea

ESTRUCTURA DE COSTOS	UNIDAD	AÑO 1				AÑO 2 a 5			
		CALLEJÓN	CERCA VIVA	MANEJO SUCESIÓN	ARBOLES DISPERSOS	CALLEJON	CERCA VIVA	MANEJO SUCESIÓN	ARBOLES DISPERSOS
Planificación									
Diagnóstico y plan predial	ha	\$230.000	\$230.000	\$230.000	\$230.000	-	-	-	-
Análisis de suelos	ha	\$155.000	\$155.000	\$155.000	\$155.000	-	-	-	-
Subtotal planificación ↳		\$385.000	\$385.000	\$385.000	\$385.000	-	-	-	-
Insumos									
Semilla de pasto	kg	\$344.000	\$344.000	\$344.000	\$344.000	\$215.000	\$215.000	\$215.000	\$215.000
Plantulas (<i>Gmelina arborea</i>)	Unidad	\$150.000	\$150.000		\$120.000				
Insecticida	Litro	\$24.000	\$24.000	\$24.000	\$24.000	-	-	-	-
Herbicida	Litro	\$68.000	\$68.000	\$68.000	\$68.000	\$17.000	\$17.000	\$17.000	\$17.000
Cal dolomita (para árboles)	Bulto	\$8.800	\$8.800			-	-	-	-
Fertilizante	24 kg	\$60.000	\$60.000	\$60.000	\$60.000	-	-	-	-
Subtotal insumos ↳		\$740.800	\$740.800	\$496.000	\$616.000	\$232.000	\$232.000	\$232.000	\$232.000
Jornales									
Socola y raleo	Jornal				\$210.000				
Siembra de pasto	Jornal	\$17.500	\$17.500	\$17.500					
Siembra de árboles	Jornal	\$70.000	\$70.000						
Plateo y abono	Jornal	\$70.000	\$70.000			\$105.000	\$105.000		
Control de arvesnes	Jornal	\$140.000	\$140.000	\$210.000	\$210.000	\$455.000	\$455.000	\$455.000	\$455.000
Instalación de bebederos	Jornal	\$35.000	\$35.000	\$35.000	\$35.000				
Encerramiento	Jornal	\$52.500	\$52.500	\$52.500					
Subtotal Jornales ↳		\$385.000	\$385.000	\$525.000	\$245.000	\$560.000	\$560.000	\$455.000	\$455.000
Maquinaria y Equipo									
Tanque	Unidad	\$170.520	\$170.520	\$170.520	\$170.520	-	-	-	-
Bebedero	Unidad	\$73.660	\$73.660	\$73.660	\$73.660	-	-	-	-
Rollo de manguera	Unidad	\$153.000	\$153.000	\$153.000	\$153.000	-	-	-	\$120.000
Rollo de cerca eléctrica (25 kg-1000metros)	Unidad	\$480.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$240.000	\$120.000	\$120.000	
Varilla 1/2 pulgada X 6 metros	Unidad	\$623.500	\$623.500	\$623.500	\$623.500	-	-	-	-
Aislador varilla móvil	Unidad	\$100.680							
Aislador puntilla con puntilla	Unidad	\$21.680	\$21.125	\$21.125	\$21.125	\$10.140	\$10.140	\$10.140	\$10.140
Aislador tipo pera ovalado	Unidad	\$15.288	\$3.185	\$3.185	\$3.185				
Tensor galvanizado en caliente	Unidad	\$34.800	\$11600	\$11600	\$11600	-	-	-	-
Estantillos	Unidad	\$100.000	\$100.000	\$100.000	\$100.000				
Subtotal maquinaria y equipo ↳		\$1.773.128	\$1.276.590	\$1.276.590	\$1.276.590	\$250.140	\$130.140	\$130.140	\$130.140
GRAN TOTAL →		\$3.283.928	\$2.787.390	\$2.682.590	\$2.522.590	\$1.042.140	\$922.140	\$817.140	\$817.140

En relación con los costos de mantenimiento, el SSP tipo callejón demanda desde el segundo al quinto año inversiones correspondientes a \$1'042.140, mientras que las cercas vivas requieren de \$922.140, el SSP con manejo de la sucesión vegetal y los árboles dispersos demandan un total de \$817.140 cada uno.

Las especies vegetales (plántulas) con las que se inició la implementación del SSP fueron: Yopo (*Anadenanthera peregrina*); Abarco (*Cariniana pyriformis*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Ocobo (*Tabebuia rosea*) y Melina (*Gmelina arborea*). No obstante, la mayoría de las especies mencionadas presentaron un crecimiento y desarrollo limitado, a excepción de *G. arborea*.

Las semillas de pasto utilizadas en los SSP fueron: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria dictioneura*. Todas las especies de pasto presentaron crecimiento satisfactorio en el sistema.

DISCUSION

El establecimiento del SSP con manejo de la sucesión vegetal fue la estrategia más económica para introducir el modelo en las fincas ganaderas, coincidiendo con investigaciones realizadas por Uribe et al. (2011). De hecho, se evidenciaron diferencias en los costos especialmente porque en el manejo de la sucesión no se requirió de inversión en siembra de árboles (Tabla 2). No obstante, Uribe et al. (2011), señalan la importancia de un buen manejo en la selección de los árboles y arbustos, la identificación de estos según su utilidad y distribución adecuada es importante para el óptimo desarrollo de este tipo de sistema.

De igual manera, según Toruño (2015), en el modelo de SSP con manejo de la sucesión vegetal los arboles adquieren gran importancia, sobre todo en períodos donde hay menos lluvia, debido a su función como complemento nutricional para el ganado, así como la oferta de sombra y confort a los animales, de igual manera señala que en este tipo de modelos de SSP, es importante podar y cortar las ramas cuando estén muy bajas, quebradas o secas, para reducir la sombra sobre el pasto. Esta actividad, al igual que lo identificado en este estudio no solo en los SSP con manejo de la sucesión sino también los SSP tipo árboles dispersos, implica reducción en futuros costos en enmiendas sobre el pasto, además Toruño (2015), indica que permite la recuperación de áreas degradadas o en proceso de degradación, evitando la erosión de los frágiles suelos de la Amazonía.

La reducción en costos de mantenimiento en SSP con manejo de la sucesión vegetal y en árboles dispersos también se puede atribuir a las características particulares de cada especie nativa adaptada a las condiciones edafoclimáticas de la región. Según Lamb et al. (2005), las especies exóticas proporcionan bienes y servicios limitados a propietarios locales, además la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos agroforestales dominados por especies exóticas podría ser comprometida, ya que las especies exóticas pueden ser más caras de mantener que los árboles nativos (Craven et al. 2008).

La implementación de cercas vivas y otros modelos de SSP desempeñan un importante papel en la conservación de la biodiversidad, proporcionan ambientes para refugios, y percha, proveen semillas y frutos para la alimentación de los animales silvestres y del ganado, producen leña y maderas, son reguladores del microclima, de igual manera, cumplen funciones como líneas de conectividad o corredores biológicos (Uribe et al., 2011; Harvey & Haber 1998).

La inversión en implementación de SSP es una actividad rentable para los productores, los SSP integran el manejo de leñosas perennes incrementando la productividad ganadera (Ibrahim et ál. 2000; Harvey & Haber 1998). La selección de modelos SSP suele ser acorde a las condiciones del terreno y a los recursos con los que el productor cuenta tanto para el establecimiento como para el mantenimiento, no obstante, es significativo un previo diseño de este para que se adapte a las condiciones del predio de la mejor manera.

Independiente del tipo de SSP, es importante tener en cuenta la rotación de potreros y manejo de praderas en SSP, ya que esto implica aliviar el pisoteo de los animales y disminuir la compactación del suelo, facilitando una mayor penetración del aire y una mayor capacidad de infiltración del agua; disminuyendo los procesos de escorrentía y erosión del suelo y contribuyendo a la rehabilitación de suelos degradados y el reciclaje de nutrientes (Acosta, 2011). La mejora de las condiciones físicas y químicas del suelo se refleja en los parámetros productivos del negocio ganadero (Rincón, 1999).

Aunque la ganadería es uno de los principales motores del cambio climático, también tiene un gran potencial para disminuir esa tendencia e incrementar los stocks de carbono en suelo (UNCCD, 2017). Según un informe de la FAO orientado por Gerber et al., (2013) establecen que una adopción más amplia de las mejores prácticas y tecnologías existentes en la sanidad, cría y alimentación del ganado y de la gestión del estiércol, la implementación de SSP en la amazonía colombiana sin importar el modelo que se seleccione, así como un mayor uso de las tecnologías poco utilizadas actualmente, podría ayudar al sector ganadero mundial a reducir su producción de gases causantes del calentamiento global hasta en un 30 por ciento.

De igual manera, la implementación de SSP suple otros beneficios que no se pueden totalizar en dinero; problemáticas asociadas con la entrada del ganado a las quebradas y ríos para tomar agua y en su paso entre potreros, generan deterioro de los cauces por pisoteo y aportan materia fecal directamente al agua. Es por ello, la importancia de la instalación de bebederos que se encuentren alejados de los afluentes, los cuáles inciden directamente en la recuperación de fuentes hídricas (Moreno-Vásquez et al., 2008).

G. arborea, fue la especie que presentó crecimiento menos limitado durante la implementación del SSP en los cuatro modelos. Según Rojas & Murillo (2004). *Gmelina arborea* es característica en reforestaciones industriales, debido entre otros aspectos a su rápido crecimiento, su relativa facilidad de manejo, sus propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera.

Conclusiones

El análisis de costos de inversión y mantenimiento de diferentes tipos de sistemas silvopastoriles en el noroccidente amazónico colombiano resalta la viabilidad financiera para ser implementado por los productores de la región, evidenciando que el modelo más económico es el sistema silvopastoril con manejo de la sucesión vegetal, y los costos de mantenimiento más bajos están asociados a los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos con y sin manejo de la sucesión vegetal, así como el modelo cerca viva. En este sentido los costos en la implementación de sistemas silvopastoriles son un factor que repercutirá en su nivel de adopción y en la rentabilidad del sistema productivo.

AGRADECIMIENTOS

A la gobernación del departamento del Caquetá entidad ejecutora del proyecto “Implementación y validación de modelos alternativos de producción ganadera en el departamento del Caquetá” (BPIN 2013000100164), financiado a través del Fondo de Ciencia Tecnología e Innovación (FCTeI) del Sistema General de Regalías (SGR).

REFERENCIAS

- Acosta, R. (2011). *Implementación de prácticas para la recuperación de praderas, en las fincas la independencia, mañana de pascua departamento de Córdoba y la finca la califonia en el departamento de Sucre*, (Trabajo de pregrado), Universidad de Sucre, Colombia. <https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/582>
- Barragán, W., Mahecha, L., Cajas, Y. (2016). Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río Sinú, Colombia, *Revista Colombiana de Ciencias Animales* 8(2): 187-196. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/186>
- Craven D, Hall JS, Verjans JM (2008) Impacts of herbicide application and mechanical cleanings on growth and mortality of two timber species in S. spontaneum grasslands of the Panama Canal watershed. *Restor Ecol*, (17)(6), 751-761. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100x.2008.00408.x>
- DANE – Departamento Nacional de Estadística. (2015). *Informe de Conyuntura Económica Regional*. Caquetá, Colombia. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/informacion-regional/informe-de-conyuntura-economica>
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falucci, A. & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
- González, J. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en Leucaena leucocephala (Estudio de caso en el municipio de Tetalcatepec, Michoacán, México), *Avances en investigación agropecuaria*, 17(3): 35-50 <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/3.pdf>
- Harvey, CA; Haber, WA. (1998). Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems*, 44 37-68. <https://doi.org/10.1023/A:1006122211692>

Hettler B, Thieme A, Finer M. (2018). *Deforestation Surge in the Colombian Amazon: 2018 update*. MAAP: #96
Recuperado de: <https://maaproject.org/2019/colombia-2018-4/>

Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. IICA. Serie de libros y materiales educativos. No. 34.
276 p. <https://books.google.com.co/books?isbn=9290391316>

Ibrahim, M; Holmann; Hernandez, M; Camero, A. (2000). Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agroforestry Systems*, 49: 245-254.
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006379427315>

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Caquetá, escala 1:100.000*, Colombia.
http://www2.igac.gov.co/igac_web/contenidos/plantilla_general_titulo_contenido.jsp?idMenu=328

Lamb D, Erskine P, Parrotta JA (2005) Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310:1628–1632.
doi: <https://doi.org/10.1126/science.1111773>

Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sostenibilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Editores Siglo XXI, S.A. de C.V. México. 285 pp. <https://es.scribd.com/document/339050590/Enrique-Leff-1998-SABER-AMBIENTAL-Sustentabilidad-Racionalidad-Complejidad-Poder>

Miranda, J. (2001). *Gestión de proyectos, identificación, formulación, evaluación financiera económica social ambiental*, cuarta edición, MM editores. <https://castellanosanisidoro.files.wordpress.com/2014/07/libro-gestion-proyectos-cuarta-edicion-copia.pdf>

Moreno-Vásquez, F.C., Bustamante, Z.C., Murgueitio, R.E., Arango, H., Calle, Z., Naranjo, J.F., Cuartas, C.A., Caro, M.F. (2008). *Medidas integrales para el manejo ambiental de la ganadería bovina*. FEDEGAN, SENA, CIPAV. ISBN: 978-958-98567-0-3 <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13045>

Motta-Delgado, P. A., & Ocaña-Martínez, H.E. (2018). Caracterización de subsistemas de pasturas braquiarias en hatos de trópico húmedo, Caquetá, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 15, 81–92.
<https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7759>

Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, (19), 113-122.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10.pdf>

Ojeda, P., Restrepo, J., Villada, D., Gallego, J. (2003). *Sistemas Silvopastoriles, Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería*. FIDAR, Santiago de Cali.
http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3911/2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf

Ortega, B. (2012). Análisis coste beneficio, *eXtoIKos*. 5 p 147-149. <http://www.extoikos.es/n5/pdf/21.pdf>

Rincón, A. (1999). *Degradación y recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia*, Corpoica Boletín técnico No. 19, Colombia.
http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6687/1/2006718164141_Degradacion%20y%20recuperacion%20de%20praderas.pdf

Rojas, F., Murillo, O. (2004). *Manual para productores de Melina (Gmelina arborea) en Costa Rica*, Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://www.fonafifo.go.cr/media/1334/manual-para-productores-de-melina.pdf>

Torruño, I., Martin, M., Guharay, F. (2015). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*, CatholiC Relief Services (CRS).
https://cgospace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/70090/Manual_Sistemas_Silvopastporil_CRS_USDA_CIAT_2015.pdf?sequence=3&isAllowed=y

UNCCD - United Nation Convention to Combat Desertification.. (2017). *The global land outlook*. First edition, Bonn, Germany, ed: UNCCD - United Nations Convention to Combat Desertification.
<https://www.unccd.int/actions/global-land-outlook-glo>

UPRA – Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2018). *Departamento de Caquetá*. <https://www.upra.gov.co/>

Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 78p.
<http://www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manijo.de.SSP.pdf>

Yamamoto W. Dewi I. Ibrahim M. (2007). Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *Agric Syst.* 94(2):368–375.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.10.011>



*Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonía:
Ganadería sostenible y adaptación al cambio climático*

Motta-Delgado, P.A., Zambrano-Yepes, J.R., Herrera-Valencia, W.

Editores

Misión Verde Amazonia:
Corporación para el desarrollo sostenible
y mitigación del cambio climático



Florencia, Caquetá, Colombia

2024 ©

ISBN: 978-958-52177-2-0
Licencia: CC BY-NC-SA 4.

