

Percepción de Productores ganaderos sobre la provisión de servicios ecosistémicos en la actividad ganadera, Esparza, Costa Rica

Perception of livestock farmers on ecosystem services provision in the livestock production activity, Esparza, Costa Rica

Carmen Rizo-Chavarría¹  • Carolina Cascante-Carvajal¹ • Alejandro Imbach-Hermida¹  • Diego Tobar- López² 

Recibido: 15/3/2021 Aceptado: 10/2/2022

Abstract

In Esparza, Costa Rica, the perception of livestock producers on the importance of ecosystem services in livestock production was evaluated. Thirty semi-structured interviews were conducted, and a focus group workshop was held to gather information about the importance of ecosystem services for livestock production. It was found that farmers are knowledgeable about the importance of silvopastoral systems for the ecosystem services supply, such as the provision of food during the dry season, livestock shade, timber and fruit production, biodiversity conservation and carbon sequestration. However, for the adoption of silvopastoral systems, farmers see two limitations: a) access to credit, which reduces the capacity to invest in good livestock practices on the farm; b) the low frequency of training and technical advice, which influenced the knowledge of the farmer, required to establish, and maintain good livestock practices. The producers are aware of the benefits, limitations and practices needed to improve local livestock production; however, they demand government support to improve the adoption of silvopastoral systems and good livestock practices to improve profitability and the provision of ecosystem services in the region.

Keywords: Ecosystem services, local knowledge, sustainable livestock, silvopastoral systems.

1. Escuela de postgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica; carmen.rizo@catie.ac.cr, ccascante@catie.ac.cr, alejandro.limbach@catie.ac.cr

2. Programa de Agroforestería, Agricultura y Ganadería, CATIE, Turrialba, Costa Rica; dtobar@catie.ac.cr

Resumen

En Esparza, Costa Rica, se evaluó la percepción de los productores ganaderos, sobre la importancia de los servicios ecosistémicos en el quehacer de la actividad pecuaria. Se realizaron 30 entrevistas semiestructuradas y un taller con grupos focales se realizó con la finalidad de recopilar información acerca de la importancia de los servicios ecosistémicos para la producción ganadera. Se encontró que los productores tienen conocimiento de la importancia de los sistemas silvopastoriles para la provisión de servicios ecosistémicos como la provisión de alimento durante la época seca, sombra para el ganado, producción de madera y frutos, la conservación de biodiversidad y el secuestro de carbono. No obstante, para la adopción de los sistemas silvopastoriles los productores aprecian que tiene dos limitantes: a) el acceso al crédito, el cual reduce la capacidad de invertir en las buenas prácticas ganaderas de la finca. b) La baja frecuencia de capacitaciones y asesoría técnica, las cuales influyeron sobre el conocimiento del productor, requeridas para establecer y mantener las buenas prácticas ganaderas. Los productores conocen de los beneficios, limitantes y prácticas necesarias para mejorar la producción ganadera local, sin embargo, demandan apoyo gubernamental para mejorar la adopción de sistemas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la rentabilidad y provisión de servicios ecosistémicos en la región.

Palabras clave: Ganadería sostenible, conocimiento local, servicios ecosistémicos, sistemas silvopastoriles.

Introducción

Los servicios ecosistémicos (SE) son los beneficios que las personas y las comunidades obtienen del funcionamiento de los ecosistemas de manera directa e indirecta, se clasifican en cuatro grupos: apoyo, aprovisionamiento, regulación y culturales [1], forman parte del capital natural, son importantes para el bienestar humano y funcionan de manera compleja, están estrechamente interconectados entre sí, a como se presenta en figura 1.

Los SE son generados de manera natural para el desarrollo de las actividades productivas, su importancia en la actividad ganadera radica en la provisión de SE a través del manejo de sistemas silvopastoriles, por lo tanto, es necesario crear acciones destinadas a mejorar la resiliencia natural para reducir la vulnerabilidad de las personas [2].

La ganadería es un medio de vida de muchas familias del área rural, en Esparza la ganadería de doble propósito es la actividad económica principal aporta (leche, carne y

sus derivados), seguido por la caña de azúcar y frutales, estas actividades contribuyen a satisfacer la demanda creciente de alimentos. Donde, la seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los bosques son elementos fundamentales de los objetivos de desarrollo sostenible, es prioridad mejorar la seguridad alimentaria acciones que conllevarían a obtener alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer las necesidades alimenticias de las personas y hacerle frente al crecimiento demográfico de la población al 2050, al tiempo que se promueva una agricultura sostenible [3].

No obstante, en el pacífico central de Costa Rica, las prácticas tradicionales ganaderas han promovido una ganadería extensiva, que han conllevado a deterioro del suelo [4]. Para la restauración de estas áreas, se requiere fomentar la adopción de prácticas amigables con el ambiente, como son los sistemas silvopastoriles, que contribuyen a aumentar la cobertura arbórea, mejorar la estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático [2], [5], previendo múltiples beneficios como: conservación de la biodiversidad y provisión de SE [6], [7], mejorando los medios de vida de las comunidades rurales [8], [9], otros beneficios se pueden apreciar en la figura 2.

Oportunidades para incentivar la adopción de prácticas silvopastoriles en fincas ganaderas, se puede desarrollar mediante diferentes incentivos, como se ha evidenciado en el Cantón de Esparza, mediante un pago por servicios ambientales, el cual resulto como una herramienta eficaz que facilito aumentar el nivel de adopción de tecnologías silvopastoriles [10], [11], entre las tecnologías de mayor aceptabilidad por parte de los productores fueron las cercas vivas y árboles dispersos en potreros, que por su fácil establecimiento, costos y beneficios son los preferidos en la región [12].



Figura 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos, fuente: Reid et al. [1].

Figure 1. Classification of ecosystem services, source Reid et al. [1]

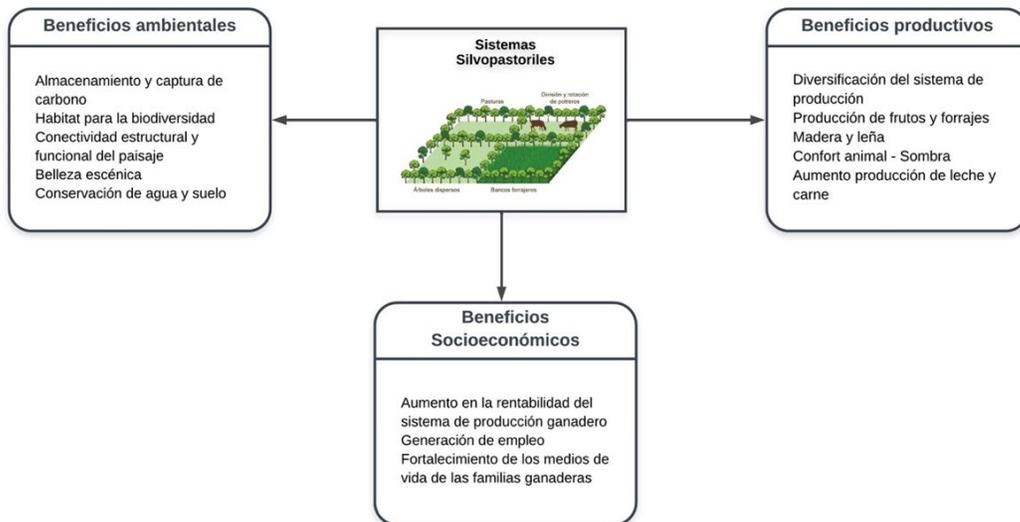


Figura 2. Beneficios de los sistemas silvopastoriles

Figure 2. Benefits of silvopastoral systems.

En el presente estudio, se evaluó la percepción de los productores ganaderos sobre los beneficios que los servicios ecosistémicos brindan a la actividad ganadera, e identificando las barreras que los productores ganaderos presentan pueden presentar para establecer y mantener los sistemas silvopastoriles y practicas ganaderas para mejorar sus sistemas productivos.

Materiales y métodos

Ubicación área de estudio

El estudio se desarrolló en la Región del pacífico Central, Provincia de Puntarenas, en fincas ganaderas del Cantón de Esparza, Costa Rica, ubicada a una altitud promedio de 140 msnm. presenta una temperatura media anual de 27°C con mínimas de 23°C. Su zona de vida es bosque tropical subhúmedo a premontano, con humedad relativa de 71,5%, precipitación media de 2,780 mm/año y un rango de 2200 - 3300 mm/año, se registró distribución de la precipitación de entre los meses de mayo a noviembre 91 % y de diciembre a abril 9 %, las evapotranspiraciones presentadas fueron de 1000 a 1200 mm [13].

Entre razas de ganado criados predominaron Brahman, cruce de Brahman con Indobrasilean para producción de carne, el Cebú para producción animal y razas lecheras brown-swiss o Hostein. Las especies de pastos más comunes cultivadas en el sector fueron Brachiria Brisanta de Hyparrhenia rufa [4], [14].

Elaboración de encuesta

Se aplicó encuesta semiestructurada a una muestra de 30 productores ganaderos, los cuales fueron seleccionados

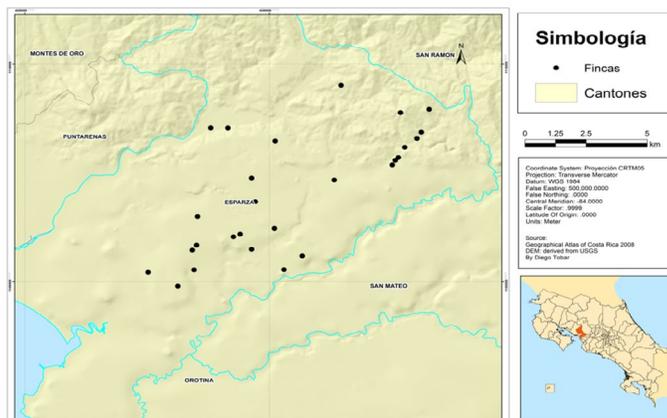


Figura 3. Ubicación de las fincas muestreadas en Puntarenas, Cantón de Esparza, abril 2018.

Figure 3. Location of the farms sampled in Puntarenas, Esparza Canton, April 2018.

de manera aleatoria, en la encuesta estuvo enfocada en identificar los siguientes aspectos: 1.- Identificación de las practicas silvopastoriles que usa en la finca. 2.- Beneficios de cada arreglo silvopastoril en términos, ambientales, económicos y sociales, 3.- Percepción la provisión de SE que brinda los sistemas silvopastorles, 4.- Valoración de importancia de cada SE por parte de los productores en tres categorías (1: Baja, 2: Media y 3. Alta) y 5.- Percepción de problemas que tiene para el establecimiento y manejo de los sistemas silvopastoriles.

Una vez analizada la información de las encuestas, se realizó un taller de grupo focales, aplicando la técnica par obtención de conocimiento para el que hacer ganadero, acorde al proceso metodológico propuesto por Geilfus [15], para analizar la importancia de cada servicio ecosistémicos en el cual se hizo una valoración

Cuadro 1. Prácticas agroforestales y valor ponderado de cada servicio ecosistémico por los productores ganaderos en Esparza, Costa Rica. Abril, 2018. Valoración 1: Bajo, 2. Media, 3 Alta.

Table 1. Agroforestry practices and weighted value of each ecosystem service by livestock farmers in Esparza, Costa Rica. April, 2018. Rating 1: Low, 2. Medium, 3 High.

Servicio ecosistémico	Sistemas silvopastoril			
	Pasturas con árboles dispersos	Cercas vivas	Bancos forrajeros	Bosque
Producción de frutos	1	2	NA	NA
Producción de forraje	3	1	3	NA
Sombra para protección del ganado	3	1	NA	NA
Conservación del suelo	2	NA	2	2
Protección fuentes de agua	2	NA	NA	3
Mejoramiento del suelo	2	1	1	2
Conservación de hábitat y biodiversidad	2	2	NA	3
Almacenamiento de Carbono	2	1	1	2
Servicio escénico	1	3	NA	2
Sentido de pertenencia	1	1	2	NA

entre 1 a 10 y la identificación de barreras para adopción de prácticas silvopastoriles. Los resultados del taller se analizaron mediante graficas de rosetas y cuadros.

Resultados y discusión

Sistemas silvopastoriles y servicios ecosistémicos

Los productores identificaron diez SE, que brindan los arreglos silvopastoriles que manejan en la finca, en donde incluyeron los remanentes de bosque debido a la importancia de este uso de la tierra para el agua para consumo humano y animal (Cuadro 1). Los sistemas silvopastoriles que tiene preferencia los productores son las cercas vivas, el manejo de árboles dispersos en potrero y los bancos forrajeros.

Cada arreglo silvopastoril, los productores aprecian diferentes beneficios en cada arreglo, en el caso de las pasturas con árboles dispersos, los servicios ecosistémicos que más perciben son la producción de forraje y la sombra para el ganado. En cercas vivas que contribuyen a mejorar la belleza escénica de la finca y los bancos forrajeros para la producción de alimento (Cuadro 1).

Las pasturas con árboles dispersos en potreros, los productores indicaron, que este arreglo es de fácil implementación, pues el establecimiento de los árboles,

lo realizan a partir del manejo de la regeneración natural, seleccionando las especies arbóreas de su preferencia, principalmente maderables y que contribuyan a generar sombra para el ganado.

La cercas vivas, indican que las establecen para la división de los potreros, y que mejorar la vista de la finca, no obstante consideran que también les gusta por que ayudan a cuidar (conservar) la avifauna en la región. Entre las especies preferibles de árboles frutales como jobo o marañón, acompañada de especies de rápido crecimiento como mataratón (*Gliricidia sepium*).

Los Bancos forrajeros, lo perciben como una estrategia para suplementar los animales en los periodos de escasez de alimento (época seca), y puede establecerlo en áreas que han sobre pastoreado por los animales.

Finalmente, los productores resaltaron la importancia de la protección del bosque en sus fincas, debido a la protección de las nacientes de agua, importantes para el mantenimiento de los animales, y que al mantener estas áreas pueden vender a futuro mejor precio las fincas.

Percepción de los beneficios de los servicios ecosistémicos

Los productores lo definieron los servicios ecosistémicos como: servicios provistos para el uso y disfrute del ser humano, que al compararla con la de literatura: servicios ecosistémicos: son contribuciones directas e

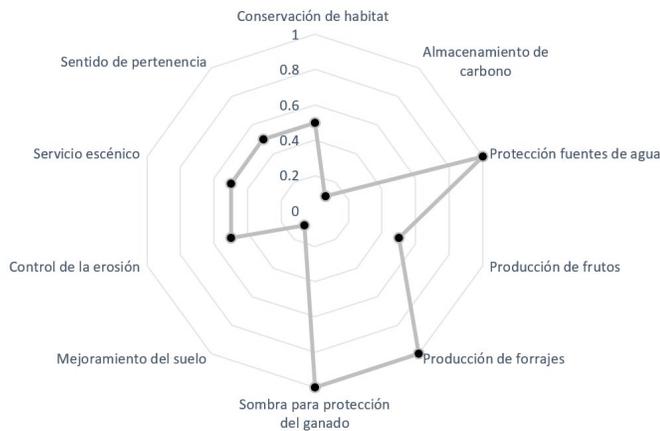


Figura 4. Valoración de los Servicios ecosistémicos dada por los productores ganaderos en Esparza. Abril, 2018. Valor del índice $\geq 0,50$ indica mayor preferencia por un servicio ecosistémico. Un valor del índice $< 0,5$ indica una menor preferencia por el servicio.

Figure 4. Ecosystem services valuation provided by livestock farmers in Esparza. April, 2018. Index value ≥ 0.50 indicates greater preference for an ecosystem service. An index value < 0.5 indicates a lower preference for the service.

indirectas de los ecosistemas al bienestar humano, que apoyan directa o indirectamente nuestra supervivencia y calidad de vida [16], se evidencia que los productores de su manera tiene claro la percepción acerca de que son estos servicios. No obstante, indicaron que es importante ayudarlos a proteger, principalmente por su relación directa con la actividad agropecuaria, haciendo énfasis en la producción de alimento, sombra para el ganado, protección de las fuentes de agua para los animales (Figura 4).

Descripción de la importancia de los servicios ecosistémicos identificados por los productores.

1. Producción de frutos: Los productores prefirieron árboles frutales para el auto consumo y alimentación animal, entre las especies preferidas están: limones, naranjas, mangos, guayaba, marañón, mamón y jobo.
2. Producción de forraje: Lo obtiene mediante el manejo de bancos forrajeros, el cual lo usan para alimentación animal, mediante suplementación directa (corta y acarreo) o para preparación de ensilaje (almacenamiento de alimento), durante la época seca.
3. Sombra para el ganado: Este servicio lo obtienen del manejo de árboles en las pasturas, en el cual brinda un mejor confort animal y reducción del stress calórico [17]. El manejo de la sombra para el ganado contribuye a aumentar la productividad animal, tal como lo se evidenciando por Betancourt [18], [12].

4. Mejoramiento del suelo: Aprecian que al manejar pastos mejorados, y haciendo una rotación de acuerdo al número de animales que manejan cada finca, pueden ayudar a conservar el suelo. Sin embargo, esta práctica se encuentra recomendada para la protección y manejo del suelo [19], no obstante, aunque los productores la conocen, no suelen emplearla, debido a que factores externos con el clima (lluvia intensa o aumento de la época seca), les dificulta poder tener un manejo apropiado para proveer este servicio de forma apropiada.

5. Protección de fuentes de agua: servicio de importancia para el bienestar animal, en el cual los productores mantienen áreas de bosque para proteger las nacientes o cuerpos de agua permanentes, que son empleados por suplir los requisitos de agua por los animales.

6. Control de la erosión: Este servicio es uno que lo tiene de baja importancia, pero indican que al tener una buena protección del suelo, se evita la erosión. Pero durante la época seca, la saturación del suelo, hace que el manejo de animales pueda compactar y erosionar el suelo [20].

7. Hábitat para conservación de biodiversidad: el manejo de árboles en las pasturas y la protección de bosque, que los productores lo hacen, no solamente para mejorar el confro del ganado, sino que lo relacionan con el aumento de observación de aves en las pasturas. Donde el manejo de árboles en las pasturas mediante árboles dispersos y cercas vivas, favorecen a la conservación de la biodiversidad como es el caso de aves y mariposas [21], [22].

8. Almacenamiento de carbono, Es uno de los servicios que en la actualidad es de gran relevancia por su contribución como estrategia para la mitigación al cambio climático por parte de los sistemas silvopastoriles [23]–[25], sin embargo, los productores no lo consideran relevante, debido a que no lo pueden ver de apreciar de forma tangible.

9. Servicio de belleza escénica y sentido de pertenecía: El aumento y manejo de la cobertura arbórea, indican que contribuye a mejorar la vista de la finca y se relaciona con seguir mejorando la finca para mejorar el bienestar de la familia.

Análisis de las barreras para la adopción de sistemas silvopastoriles en Esparza

Las barreras que apreciaron los productores para la implementación y manejo de los sistemas silvopastoriles en la región se aprecian en el Cuadro 2. Las cuales han sido apreciadas en otros estudios [11], [26]–[28].

Cuadro 2. Cuadro 2. Clasificación de barreras sociales, económicas y ambientales identificadas por los productores en Esparza, Costa Rica, abril 2018.

Table 2. Classification of social, economic, and environmental barriers identified by producers in Esparza, Costa Rica, April 2018.

Barreras sociales	Barreras Económicas	Barreras Ambientales
Relevo generacional	Inestabilidad en los precios de leche y carne	Época seca intensa
Edad del productor	Costos altos en insumos	Ingreso de ganado a los cuerpos de agua
Falta de asistencia técnica y apoyo gubernamental	Falta de incentivos para mejorar los sistemas productivos	Altas pendientes
	Baja accesibilidad a créditos para inversión en la finca	

Barreras sociales

1. Relevo generacional. Se apreció una baja motivación e interés por los jóvenes por darle seguimiento a la actividad, demostraron preferencia por otras oportunidades fuera de Esparza, estudiar o trabajar, la cual es una tendencia en Mesoamérica [29], y se genera una limitación con la dificultad de poder tener mano de obra calificada para labores en las fincas.
2. Edad del productor. La edad de los productores se presentó entre un rango entre los 55 a 67 años, lo cual hace una limitación para poder desarrollar cambios tecnológicos.
3. Falta de asistencia técnica y apoyo gubernamental, las instituciones público-privadas han desarrollado diferentes iniciativas para mejorar la actividad ganadera, aunque han desarrollado casos exitosos de fincas ganaderas, la falta de continuidad hace que los procesos no continúen. Al mismo tiempo, relacionado con la débil capacidad asociativa de los productores, que contribuya seguir mejorando el quehacer ganadero en la región.

Como alternativas de solución para solventar estas barreras, es a través de instituciones públicas y privadas puedan un mejor seguimiento a los programas de capacitación que contribuya a mejorar la producción en la finca, sino que a su vez debe ayudar a fortalecer el proceso de transformación (producción de queso), al mismo tiempo, a nivel de la asociación de ganaderos, analizar alternativas para ver alianzas con empresas privadas para mejorar el precio de la venta de animales en la región.

Lo cual, es una oportunidad, para que la actividad ganadera pueda ser más atractiva para incentivar a los jóvenes, para que sigan mejorando y desarrollando esta actividad productiva, como una alternativa para mejorar y diversificar los ingresos de las familias.

Barreras económicas

1. Inestabilidad en los precios del mercado de leche y carne. Los productores hacen referencia que al no tener una seguridad en los precios en el mercado, no pueden asegurar que si las inversiones que realicen en sus fincas puedan recuperarlas.
2. Altos precios de las compras de insumos, aprecian que por las variaciones que presenta el US\$Dólar, la exportación de semillas, fertilizantes, entre otros materiales, hace que durante el año, tenga un aumento en el precio de estos insumos, que al implementar una práctica, los costos de inversión sean difíciles de recuperar, por los precios de venta que tiene en la venta de animales y de la leche, percepción similar de los productores al encontrado en otras regiones [28].
3. Limitaciones para acceso a crédito, los productores indican que los créditos que ofrecen las entidades bancarias, pueden ser atractivos, por los requisitos, se les dificulta poder acceder. Sin embargo, pueden tener oportunidades con cooperativas pero se dificulta porque los intereses son demasiado altos. No obstante, al consultar con una entidad bancaria acerca de por qué los productores indican lo difícil de acceder a créditos, nos indicaron que las limitaciones que tenían los productores para acceder a un estudio crediticio esta:
 - Falta de garantías;
 - sobreendeudamiento a proveedores e incapacidad para pagar el préstamo.

Durante el taller, los productores indicaron que es muy difícil remover estas barreras, pero pueden contribuir, son los diferentes incentivos que han tenido la oportunidad de estar, como es el Pago por servicios ambientales [10], en el cual, los participantes en el programa, indicaron que ese pago fue de gran ayuda, para realizar inversiones en la finca y apoyo en el hogar. Recientemente, en el país,

las nuevas políticas para el desarrollo de una Ganadería con bajas emisiones [30], es una alternativa que puede favorecer a mejorar la rentabilidad de los productos de carne y leche, para la venta de estos productos en nichos diferenciados [2].

Barreras ambientales

1. Condiciones climáticas en el Cantón, donde se tiene un periodo seco de una duración en promedio de tres a cuatro meses, y durante los últimos años han visto que el periodo se está extendiendo, lo que afecta la producción de pastos y forrajes para alimentación animal.
2. Condiciones topográficas, los productores indicaron que en sus fincas prevalece una topografía con altas pendientes, lo que es un limitante para el manejo de los animales. Pues en época de invierno los animales pueden ocasionar degradación del suelo, lo que dificulta mejorar la producción de alimento.
3. Ingreso de ganado a los cuerpos de agua. Aunque los productores no ven esto como una barrera, los técnicos aprecian que es una mala práctica, debido al ingreso de los animales a los bosques aledaños al cuerpo de agua, afecta la protección del bosque, y debido a que los animales toman de forma directa agua de los ríos y/o quebradas, pueden contaminar el agua por las excretas y orina.

La remoción de las barreras ambientales, los productores son conscientes que el clima y la localización de sus fincas, que no las pueden cambiar, pero si mejorar con el apoyo de incentivos que les ayude a mejorar las tecnología, que ayuden a mejorar la capacidad de adaptación tanto a la variabilidad climática, como el manejo de la ganadería en áreas con una variabilidad topográfica (plano, ondulado). Sin embargo, esta mejoras deben venir acompañadas de estrategia de capacitación e incentivos para mejorar la oferta de mano de obra en la región, pues en la actualidad es muy escasa

Conclusiones

- Los productores tiene un amplio conocimiento de los beneficios que brindan los sistemas silvopastoriles, para el desarrollo de la actividad ganadera, y lo cual se aprecia en el uso y manjo de cercas vivas y árboles dispersos en potreros, los cuales son las tecnologías de mayor uso en la región.
- El uso de los sistemas silvopastoriles, aprecian que son relevante para la generación de servicios

ecosistémicos en especial los que contribuyen al cuidado y alimentación de los animales (sombra, producción de frutos y forrajes). Al mismo tiempo resalta la importancia de la conservación de los árboles para atraer a las aves y conservación del agua.

- Para ayudar a reducir las barreras ambientales, sociales y económicas, se requiere fortalecer el conocimiento técnico de los productores, que les permita mejora la selección de pastos, forrajes y especies arbóreas que permitan mejorar la rentabilidad de las fincas ganaderas, al mismo tiempo acompañado de un programa de incentivos que mejoren el valor de productos generados en fincas que tiene un buen manejo de los recursos naturales y de los animales.

Agradecimientos

Al proyecto el Proyecto de Ganadería y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (FTG/RF-14652-RG), por su apoyo brindado en la etapa de campo en la región. A Andres Vega por si colaboración en la visita a las fincas y en especial a los productores y familias ganaderas que me bridaron su tiempo para realizar este trabajo.

Referencias

- [1] MEA (Millennium Ecosystem Assessment), Ecosystems and human well-being: Synthesis; a report of the Millennium Ecosystem., 1st ed., vol. 5. Washington, DC.: Island Press - World Resources Institute, 2005.
- [2] A. Acosta, M. Ibrahim, and D. Pezo, "Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente," in Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero, 1st ed., A. Acosta and T. Díaz, Eds. Panamá, Panamá: FAO, 2014, pp. 24–35.
- [3] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). and PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), El estado de los bosques del mundoLOS BOSQUES, LA BIODIVERSIDAD Y LAS PERSONAS, 1st ed. Roma, Italia, 2020.
- [4] F. Casasola, M. Ibrahim, C. Sepúlveda, N. Ríos, and D. Tobar, "Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza , Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas," in 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, 1st ed., I. Muhammad and C. Sepúlveda, Eds. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2009, pp. 169–204.
- [5] C. Martinez-Alonso, B. Locatelli, Ra. Vignola, and P.

- Imbach, Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina, no. 99. 2010.
- [6] C. A. Harvey et al., "Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management," *For. Ecol. Manage.*, vol. 261, no. 10, pp. 1664–1674, 2011.
- [7] D. Tobar-López, B. Muriel, H. J. Andrade, and M. Ibrahim, "Land-use change influence ecosystem services in an agricultural landscape in Central America," *Agrofor. Syst.*, vol. 4, no. In press, p. AGFO-D-20-00258R1, 2022.
- [8] I. Rao et al., "LivestockPlus - The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics," *Trop. Grasslands-Forrajeros Trop.*, vol. 3, no. 2, pp. 59–82, 2015.
- [9] M. Ibrahim et al., "Payment for environmental services as a tool to encourage the adoption of silvo-pastoral systems and restoration of agricultural landscapes dominated by cattle in Latin America," in *Restoring Degraded Landscapes with Native Species in Latin America*, First Edit., F. Montagnini and C. Finney, Eds. New York, NY, USA, USA: Nova Science Publishers, 2011, pp. 197–219.
- [10] S. Pagiola et al., "Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua," *Ecol. Econ.*, vol. 64, no. 2, pp. 374–385, 2007.
- [11] S. Pagiola, J. Honey-Rosés, and J. Freire-González, "Evaluation of the permanence of land use change induced by payments for environmental services in Quindío, Colombia," *PLoS One*, vol. 11, no. 3, pp. 1–18, 2016.
- [12] F. Casasola, M. Ibrahim, E. Ramirez, C. Villanueva, C. Sepúlveda, and J. Araya, "Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica," *Agroforestería en las Américas*, vol. 45, pp. 79–85, 2006.
- [13] D. Tobar, A. Vega, C. Moscoso, M. Suri, and N. Ríos, *Integrated Silvopastoral Approaches for Ecosystem Management in Esparza*, Costa Rica, 1st ed. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2016.
- [14] C. Villanueva, D. Tobar-López, M. A. Ibrahim, F. Casasola, J. Barrantes, and R. Argruedas, "Arboles dispersos en pasturas de fincas ganaderas en la región del Pacífico Central de Costa Rica," *Agroforestería Américas*, vol. 47, pp. 12–20, 2007.
- [15] F. Geilfus, *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*, 1st ed., no. San José-Costa Rica. San José, Costa Rica: IICA, 2002.
- [16] R. Costanza et al., "Changes in the global value of ecosystem services," *Glob. Environ. Chang.*, vol. 26, no. 1, pp. 152–158, 2014.
- [17] C. Villanueva, M. Ibrahim, F. Casasola, N. Ríos, and C. Sepúlveda, "Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central," in *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*, 1st ed., M. Ibrahim and C. Sepúlveda, Eds. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2009, pp. 103–125.
- [18] K. Betancourt, M. Ibrahim, C. A. Harvey, and B. Vargas, "Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua," *Agroforestería en las Américas*, vol. 10, pp. 47–51, 2003.
- [19] D. Pezo, R. Muschler, D. Tobar, and A. Pulido, *Intervenciones y tecnologías ambientalmente racionales (TAR) para la adaptación al cambio climático del sector agropecuario de América Latina y el Caribe*, 1st ed. Banco Interamericano de Desarrollo, 2019.
- [20] K. Betancourt, M. Ibrahim, C. Villanueva, and B. Vargas, "Caracterización del manejo productivo de sistemas lecheros en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua," *Livest. Res. Rural Dev.*, vol. 17, no. 7, pp. 1–11, 2005.
- [21] J. C. Sáenz, F. Villatoro, M. Ibrahim, D. Fajardo, and M. Pérez, "Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia," *Agroforestería en las Américas*, vol. 45, pp. 37–48, 2007.
- [22] D. E. Tobar-López and M. Ibrahim, "Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad," *Rev. Biol. Trop.*, vol. 58, no. March, pp. 447–463, 2010.
- [23] M. A. Ibrahim et al., "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*, vol. 45, pp. 27–36, 2007.
- [24] S. Fréguin-Gresh et al., "Servicios ecosistémicos, estrategias productivas agroforestales y relaciones sociales en un territorio de Nicaragua," Turrialba, Costa Rica, 2011.
- [25] M. Zelaya, "Prácticas de uso de suelo en sistemas de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en captura y emisiones de dióxido de carbono (CO₂), En los Municipios de Matiguas y Muy Muy, Departamento Matagalpa," Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2017.
- [26] M. F. Benavidez, "Evaluación del impacto socioeconómico de pasturas degradadas en fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica," Escuela de Postgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2013.
- [27] S. Pagiola, A. Arcenas, and G. Platais, "Can Payments for Environmental Services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America," *World Dev.*, vol. 33, no. 2 SPEC. ISS., pp. 237–253, 2005.
- [28] F. A. Canu, P. Wretling, I. Audia, D. Tobar, and H. J. Andrade-C, "Low Carbon Development Strategy (LCDS) for the Nicaraguan Livestock Sector," Copenhagen, Denmark, 2018.
- [29] C. Pomareda, C. Villanueva, N. Ríos, G. Hasel, M. López, and M. Obando, "Cadenas agroalimentarias en espacios locales: metodología y casos en ganadería y café en Centroamérica," in *Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería*, 1st ed., C. Villanueva, C. Sepúlveda, and M. Ibrahim, Eds.

Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2011, pp. 131–158.

- [30] M. Chacón, C. Reyes, and J. Segura, “Estrategia para la ganadería baja en carbono en Costa Rica. Informe final. Estrategia y Plan de Acción,” San José, Costa Rica, 2015.