

TESIS DE MAESTRÍA ACADÉMICA

Evaluación de la degradación en pasturas,
prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios
ecosistémicos en fincas de la Reserva del Hombre
y la Biosfera del Río Plátano, Honduras

Elvin Javier Martínez Vega



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

Evaluación de la degradación en pasturas, prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios ecosistémicos en fincas de la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano, Honduras

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar por el grado de *MAGISTER SCIENTIAE* en Agroforestería y Agricultura Sostenible

Elvin Javier Martínez Vega

Turrialba, Costa Rica

2023

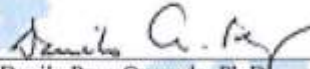
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA Y
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

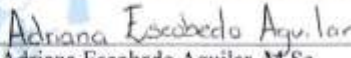
FIRMANTES:



Alejandro Imbach Hermida, M.Sc.
Codirector de tesis




Danilo Pezo Quevedo, Ph.D.
Codirector de tesis



Adriana Escobedo Aguilar, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Mariela Leandro Muñoz, Ph.D.
Decana, a.i., Escuela de Posgrado



Elvin Javier Martínez Vega
Candidato

Dedicatoria

A mi abuela, Alicia Posas Blanco, cuyas oraciones me han llevado con bien a tantos lugares.

Agradecimiento

Agradezco a mis asesores, Danilo Pezo y Alejandro Imbach, por compartir de sus conocimientos que me hacen crecer no solo académicamente, también como persona, poniendo mi bienestar siempre como prioridad.

A los representantes de la Escuela Panamericana Zamorano, Ph. D. Isidro Matamoros (Q.D.D.G) quien me abrió las puertas de su apoyo en las actividades de campo y al equipo de trabajo, M. Sc. Adriel Ferrufino, M. Sc. Manuel Velásquez, Ing. Christian López, Ing. Jairo Castellanos e Ing. Ramón Santos.

A mi abuela, mi papá, mi mamá y a Carolina, mi pareja, que siempre estuvieron al tanto de mi bienestar y sus llamadas me mantienen con fuerza.

A todos mis amigos, que después de tantos años siempre han estado a mi lado.

A mis compañeros de maestría, especialmente al grupo Andino, las cuales fueron un soporte en los días más difíciles, dándome la oportunidad de conocer su extraordinaria personalidad.

Tabla de contenido

Introducción	1
Referencias bibliográficas	2
Art. 1: Evaluación de indicadores asociados a la degradación de pasturas en fincas ganaderas de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano, Honduras	4
Resumen	4
Abstract	4
Introducción	5
Materiales y métodos	6
Ubicación y descripción del área de estudio	6
Criterios para la selección de fincas y áreas de muestreo	6
Indicadores observacionales	7
Procesamiento y análisis de datos	8
Resultados	8
Discusión	13
Implicaciones de la degradación de pasturas	13
Recuperación de pasturas degradadas	14
Ventajas y limitaciones de una metodología observacional cualitativa	15
Conclusiones y recomendaciones	16
Referencias bibliográficas	16
Art. 2: Asociación entre buenas prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios ecosistémicos en la Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano, Honduras	23
Resumen	23
Abstract	23
Introducción	24
Materiales y métodos	25
Ubicación y descripción del área de estudio	25
Antecedentes y selección de fincas	25
Métodos y herramientas para obtener datos	26
Resultados	28
Evaluación de prácticas ganaderas	28
Percepción sobre servicios ecosistémicos	30
Sinergias entre las evaluaciones y percepciones	33
Discusión	34
Conclusiones y recomendaciones	36
Referencias bibliográficas	37
Anexos	44
Anexo 1. Cuadro con indicadores y respuestas para evaluar los grupos de prácticas bienestar animal y manejo de actividades ganaderas	44
Anexo 2. Cuadro con indicadores y respuestas para evaluar los grupos de prácticas pasturas y árboles en potrero y protección ambiental	47
Anexo 3. Tabla de contingencia de las prácticas 1. Provisión de agua para los animales y 2.	

Programa sanitario correspondientes al grupo de bienestar animal	49
Anexo 4. Tabla de contingencia para las prácticas 6. Control reproductivo y 7. Control de ordeño correspondientes al grupo de manejo de las actividades ganaderas-productivas.....	52
Anexo 5. Tabla de contingencia para las prácticas 8. Condición de la degradación pasturas, 9. Cercas vivas y 10. Árboles en potreros correspondiente al grupo de pasturas y árboles en potreros.....	54
Anexo 6. Tabla de contingencia para las prácticas 11. Conservación del ecosistema y 12. Restauración de áreas boscosas correspondiente al grupo de protección ambiental	56

Índice de tablas

Artículo 1: Evaluación de Indicadores Asociados a la Degradación de Pasturas en Fincas Ganaderas de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano, Honduras

Tabla 1 Indicadores observacionales para determinar el nivel de degradación de pasturas 8

Tabla 2 Contingencia y datos estadísticos para las características cualitativas observacionales de los indicadores disponibilidad, especies palatables y malezas para fincas monitor y control 9

Tabla 3 Contingencia y datos estadísticos para las características cualitativas observacionales de los indicadores cobertura herbácea y condición de erosión para fincas monitor y control.. 10

Artículo 2: Asociación entre buenas prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios ecosistémicos en la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano, Honduras.

Tabla 1 Grupos de prácticas y sus respectivos indicadores para la evaluación observacional del estado actual con criterios de buenas prácticas y sistemas silvopastoriles 26

Tabla 2 Percepción de los servicios ecosistémicos por los productores de fincas monitor y control, en las diferentes rondas de consulta 31

Índice de figuras

Artículo 1: Evaluación de Indicadores Asociados a la Degradación de Pasturas en Fincas Ganaderas de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Rio Plátano, Honduras

Figura 1 Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia múltiple con los indicadores que tuvieron asociación ($p < 0.05$) con las fincas monitor y control (en este caso, todos los indicadores considerados)..... 11

Figura 2 Frecuencia relativa (%) de potreros para los diferentes niveles de cobertura herbácea en las fincas monitor y control..... 12

Figura 3 Frecuencia relativa (%) de potreros para los diferentes niveles de erosión en las fincas monitor y control 13

Artículo 2: Asociación entre buenas prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios ecosistémicos en la Reserva del Hombre y la Biosfera del Rio Plátano, Honduras.

Figura 1 Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia de los indicadores que presentaron asociación para las prácticas asociadas al grupo de manejo de actividades ganaderas y productivas..... 29

Figura 2 Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia de los indicadores que presentaron asociación para las prácticas asociadas al grupo de pasturas y árboles en potreros 30

Figura 3 Porcentaje de entrevistados que identificaron los diferentes servicios ecosistémicos en función de la ronda de consulta..... 33

Figura 4 Asociación entre las buenas prácticas ganaderas y la percepción de los servicios ecosistémicos provistos por ellas 34

Acrónimos y abreviaturas

ICF: Instituto de Conservación Forestal.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

RHBRP: Reserva del Hombre y Biosfera del Río Plátano.

UNAH: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

Unesco: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Resumen

En los ecosistemas de la Biosfera del Río Plátano en Honduras la ganadería desempeña un papel económico vital, aunque a menudo insostenible. La concentración de ganado y el pastoreo prolongado han llevado a la degradación de pasturas y a la tala de áreas boscosas para establecer nuevas áreas de pastos. Este estudio está compuesto por dos artículos: el art. 1 se centra en un análisis del nivel de degradación de pasturas en fincas ganaderas mediante indicadores observacionales. La implementación de este enfoque mostró mejoras significativas en la disponibilidad de pasto, la presencia de especies palatables y la reducción de malezas y erosión en fincas que han sido intervenidas con la introducción de un sistema de pastoreo racional en comparación con las fincas de control. El art. 2, se enfoca en evaluar las prácticas ganaderas aplicadas en fincas y las percepciones sobre los servicios ecosistémicos provistos por ellas. Se utilizaron múltiples metodologías, lo que incluye observación directa, entrevistas y el método de jerarquía Delphi con el propósito primordial de comprobar si existe una sinergia entre las variables a través de un coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados muestran que las prácticas ganaderas varían significativamente al comparar fincas intervenidas *versus* fincas control, especialmente en lo que se relaciona con el bienestar animal y el manejo de pasturas y de árboles en potreros. Los productores valoran más los servicios ecosistémicos directamente vinculados a sus actividades, como madera, sombra y agua, mientras que los que se relacionan con la conservación y el ambiente son menos apreciados. Se encontró una correlación positiva débil entre la aplicación de prácticas ganaderas más sostenibles y una mejor percepción de los servicios ecosistémicos.

Abstract

Livestock production plays a vital economic role, although very often unsustainable, in the Man and Biosphere Río Plátano Reserve ecosystems. Poor pasture management has resulted in pasture degradation and deforestation for expanding pasture areas. This study includes two articles: Article 1 focuses on the analysis of pasture degradation in livestock farms using observational indicators. Significant improvement in pasture availability, the presence of palatable species, the reduction of weeds and erosion problems were observed in those farms applying a rational grazing system as compared to the control farms. Article 2 focuses on the evaluation of improved animal husbandry practices and farmers' perceptions on the ecosystem services provided by them. Several methodologies were used, including direct observations, farmers' interviews and the Delphi's Hierarchical method to assess potential synergies among variables by using Spearman's correlation coefficient. Results showed significant differences in animal husbandry practices between intervened versus control farms, especially in terms of animal welfare, as well as the management of pastures and scattered trees in pastures. Farmers valued better those ecosystem services directly related to their farm activities, e.g., wood production, shade and water; whereas those related to environmental conservation were less valued. A weak positive correlation between the application of climate-smart livestock practices and a better perception of ecosystem services provided was found.

Introducción

La ganadería es una actividad que representa un alto valor económico, cultural y social en la mayoría de los países alrededor del mundo, sosteniendo familias enteras en las áreas rurales que son las que se encargan de abastecer de carne y leche a las grandes ciudades (Herrero *et al.*, 2013). Pese a su importancia, cada vez que se abordan temáticas ganaderas es fundamental mencionar los impactos ambientales que puede producir la ganadería sobre el ambiente, tales como la degradación de suelos, deforestación, contaminación de fuentes de agua y su contribución a los efectos negativos del cambio climático (Grossi *et al.*, 2019; Padilla *et al.*, 2009).

Particularmente, en Honduras la ganadería hace un aporte significativo al producto interno bruto (PIB) y emplea una proporción importante de la población económicamente activa (Acosta *et al.*, 2014; Derlagen *et al.*, 2019). Lamentablemente, la actividad con frecuencia se caracteriza por prácticas insostenibles que hacen necesaria una constante ampliación de potreros destinados al pastoreo, sacrificando zonas boscosas que se talan y queman (García *et al.*, 2019).

Una de las zonas más importantes para la ganadería en Honduras está en el Departamento de Olancho y mucha de ella específicamente en la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano (RHBRP), declarada patrimonio de la humanidad por la UNESCO por su alto valor natural y cultural, donde según estatutos legales esto se debe realizar bajo estándares de sostenibilidad (ICF, 2013). Sin embargo, actualmente la RHBRP se encuentra en la lista de patrimonios en peligro por la gran cantidad de hectáreas de bosque perdidas en los últimos años, en gran medida debido a la actividad ganadera tradicional (Fraser, 2003).

En este contexto, se vuelve prioritario promover buenas prácticas ganaderas y sistemas silvopastoriles como estrategias para mitigar los impactos adversos de la ganadería convencional en la RHBRP (Kleppel, 2020). Estos enfoques se centran en optimizar la producción animal, reducir la huella ambiental y mejorar el bienestar de los animales (Lemaire *et al.*, 2014; Tullo *et al.*, 2019; Leong *et al.*, 2020). La implementación de sistemas silvopastoriles busca una sinergia entre pastizales y árboles, para proporcionar una serie de beneficios, lo que incluye la salud del suelo, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el incremento en la captura de carbono y la diversificación de los ingresos (Pezo *et al.*, 2018; Jose y Dollinger, 2019).

Este estudio se divide en dos artículos, el primero evalúa el nivel de degradación de pasturas en fincas ganaderas localizadas en la zona de amortiguamiento de la RHBRP, mediante un esquema cualitativo de observación y estandarización con métodos con base en una exhaustiva revisión de literatura científica. El segundo artículo tiene como finalidad evaluar las prácticas ganaderas que se implementan en las fincas en la misma zona y determinar si existe una relación significativa entre la aplicación de buenas prácticas, lo que incluye a los sistemas silvopastoriles, con las percepciones de los ganaderos en cuanto a los servicios ecosistémicos brindados por los árboles en sus fincas y en los entornos forestales circundantes.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A; Ibrahim, M; Pezo, D. 2014. Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente. In: T. Díaz y A. Acosta (eds.). Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero. FAO, Oficina Subregional para América Central. Santiago, Chile. Pp. 45-65.
- Derlagen, C; De Salvo, CP; Egas, JJ; Pierre, G. 2019. Análisis de políticas agropecuarias en Honduras (En línea). BID 787. Consultado el 12 abr 2023. Disponible en <https://books.google.es/>
- Fraser, EA. 2003. Conservation versus survival: a cultural ecological study of changing settlement patterns, cultures, and land use in the Rio Platano Biosphere Reserve of northeast Honduras. Doctoral Dissertations, Louisiana State University.
- García, E; Siles, P; Eash, L; Van der Hoek, R; Kearney, S; Smukler, S; Fonte, S. 2019. Participatory evaluation of improved grasses and forage legumes for smallholder livestock production in Central America. *Experimental Agriculture* 55(5):776-792. DOI:10.1017/S0014479718000364
- Grossi, G; Goglio, P; Vitali, A; Williams, AG. 2019. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers* 9(1):69-76. DOI: 10.1093/af/vfy034
- Herrero, M; Grace, D; Njuki, J; Johnson, N; Enahoro, D; Silvestri, S; Rufino, MC. 2013. The roles of livestock in developing countries. *Animal*, 7(s1), 3-18. DOI: 10.1017/S1751731112001954
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2013. Plan de Manejo Reserva del Hombre y la Biosfera del Rio Plátano (2013-2025). 225p.
- Jose, S; Dollinger, J. 2019. Silvopasture: a sustainable livestock production system. *Agroforest Syst* 93:1-9. DOI: 10.1007/s10457-019-00366-8
- Kleppel, GS. 2020. Do differences in livestock management practices influence environmental impacts? *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4(141). DOI: 10.3389/fsufs.2020.00141
- Lemaire, G; Franzluebbbers, A; de Faccio Carvalho, P C; Dedieu, B. 2014. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190:4-8. DOI:10.1016/j.agee.2013.08.009
- Leong, WH; Teh, SY; Hossain, MM; Nadarajaw, T; Zabidi-Hussin, Z; Chin, SY; Lim, SHE. 2020. Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). *Journal of Environmental Management* 260(109987). DOI: 10.1016/j.jenvman.° 2019.109987

- Padilla, LMK; Powell, M; Kay, M; Hullman, J. 2021. Uncertain about uncertainty: How qualitative expressions of forecaster confidence impact decision-making with uncertainty visualizations. *Front Psychol* 11(579267). DOI: 10.3389/fpsyg.2020.579267
- Pezo, D; Ríos, N; Ibrahim, M; Gómez, M. 2018. Silvopastoral systems for intensifying cattle production and enhancing forest cover: The case of Costa Rica. LEAVES; Background Paper. PROFOR. World Bank, Washington DC; USA. 76 p.
- Tullo, E; Finzi, A; Guarino, M. 2019. Environmental impact of livestock farming and precision livestock farming as a mitigation strategy. *Science of the Total Environment* 650:2751-2760. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.018

Art. 1: Evaluación de indicadores asociados a la degradación de pasturas en fincas ganaderas de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano, Honduras

Resumen

La ganadería bovina a pequeña escala en Honduras se caracteriza por altas presiones de pastoreo y periodos inadecuados de descanso, lo que ha contribuido con la degradación de las pasturas. Esta degradación no solo tiene un impacto negativo directo sobre la productividad animal y el ambiente, sino también indirecto sobre este último porque promueve la tala y quema de áreas boscosas para establecer nuevas pasturas. En este estudio se evaluaron cinco indicadores que se relacionan con el nivel de degradación de pasturas en fincas ganaderas de la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano (RHBRP). Los indicadores observacionales bajo evaluación fueron la disponibilidad de pasto, la presencia de especies palatables y malezas, la cobertura herbácea y la condición de erosión. Esos indicadores se evaluaron en fincas que utilizaban un sistema de pastoreo racional promovido por el Proyecto MI Biósfera-Zamorano (Fincas Monitor) *versus* fincas no intervenidas (Control). Los datos que se obtienen en campo se analizaron con tablas de contingencia y la prueba mayor de Chi cuadrado (χ^2) para variables categóricas. Las fincas Monitor presentaron mayor disponibilidad de pasto y mayor presencia de especies palatables, así como menor infestación de malezas, una mayor cobertura del suelo con especies herbáceas y menor ocurrencia de problemas de erosión. Con base en los resultados se concluye que la implementación de un sistema de pastoreo racional ayuda a recuperar pasturas degradadas en un periodo relativamente corto y, de esa manera, contribuye a tener sistemas de producción ganadera más productivos y sostenibles.

Palabras clave: ganadería bovina, pastoreo racional, productividad animal, sostenibilidad, sistemas pastoriles.

Abstract

Small-scale cattle farming in Honduras is characterized by high grazing pressure and inadequate resting periods, which have led to pasture degradation. Pasture degradation not only has a direct negative impact on animal productivity and the environment, but also indirectly by promoting forest cutting and burning to establish new pastures. This study evaluated five indicators related to the level of pasture degradation in livestock farms of the Río Plátano Man and Biosphere Reserve's (RHBRP) buffer zone. The pasture degradation indicators assessed in this study were pasture availability, presence of palatable species and weeds, herbaceous species coverage, and erosion condition. Those were evaluated in farms using a rational grazing system promoted by the MI Biosphere-Zamorano project (Monitor Farms) versus non-intervened farms (Control). Field data were analyzed using contingency tables and the Chi-square (χ^2) test for categorical variables. Monitor Farms exhibited higher pasture availability and higher presence of palatable species, as well as lower weed infestation, greater land cover by herbaceous species, and fewer erosion problems. Based on the results obtained, it is concluded that the implementation of a rational grazing system helps to rehabilitate degraded pastures in a relatively short period, thereby contributing to more productive and sustainable livestock production systems.

Keywords: cattle farming, rational grazing systems, animal productivity, sustainability, pasture-based systems.

Introducción

La ganadería bovina de doble propósito a pequeña escala en América Central y, particularmente, en Honduras, se caracteriza por el uso de alta presión de pastoreo, combinada con periodos de ocupación prolongados y periodos de descanso insuficientes para un rebrote adecuado, lo cual impone una presión excesiva sobre la cobertura vegetal presente en los potreros (García *et al.*, 2019). La ausencia de prácticas adecuadas de rotación de potreros conlleva la invasión por especies menos apetecibles y la invasión de malezas, lo que afecta la riqueza de especies valiosas y perturba la estructura de la comunidad de plantas forrajeras (Molnár *et al.*, 2016).

Lo anterior ocasiona degradación de las pasturas y, a la vez, la reducción de la biomasa disponible, la capacidad de carga, la productividad y los servicios ecosistémicos (Pezo, 2017; Pereira *et al.*, 2018; Feltran-Barbieri y Féres, 2021). Para compensar por la pérdida de productividad en potreros bajo pastoreo, muchos productores expanden las áreas de pasturas a expensas de los bosques, los cuales se talan y queman para establecer nuevas pasturas, una práctica común en América Latina (Padilla *et al.*, 2009).

Pese a estos desafíos, no se puede ignorar que en Honduras la ganadería contribuye a un 12.9 % del producto interno bruto (PIB) y emplea al 35 % de la población económicamente activa. Por lo tanto, es urgente encontrar opciones que hagan los sistemas de producción ganadera más eficientes y sostenibles (Acosta *et al.*, 2014; Derlagen *et al.*, 2019).

Una propuesta alternativa para abordar la degradación a corto plazo es la implementación de sistemas de pastoreo racional (Odadi *et al.*, 2017). Este enfoque no se limita solo a la rotación de potreros, sino que es una gestión integral de recursos ganaderos, vegetales, hídricos y edáficos (Bautista -García *et al.*, 2022). Su objetivo es equilibrar la disponibilidad de biomasa forrajera de calidad y las necesidades nutricionales del ganado, lo que promueve la regeneración de las plantas y previene la erosión y la degradación del suelo (Pinheiro *et al.*, 2021).

Para promover el pastoreo racional en comunidades rurales, es esencial evaluar el estado de degradación de los potreros. Para este propósito hay métodos precisos, como el muestreo detallado de la vegetación y el análisis del suelo, pero son costosos y requieren de mucho tiempo (Serrano *et al.*, 2018). Además, pueden utilizarse métodos de teledetección usando imágenes satelitales de alta resolución y fotografías aéreas, no obstante, no siempre se cuenta con los equipos, imágenes libres de nubes y metodologías de fotointerpretación que a menudo no están disponibles en los países en desarrollo (Díaz-Giraldo *et al.*, 2021; Freitas *et al.*, 2022).

El objetivo del presente estudio fue evaluar cinco indicadores que se relacionan con el nivel de degradación de pasturas en fincas de la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano (RHBRP). El Proyecto MI Biosfera-Zamorano ha propuesto cambios en el uso del recurso forrajero (Fincas Monitor) y en fincas no intervenidas (Fincas

Control), usando metodologías observacionales que no requieren de muchos recursos, son capaces de cubrir extensiones grandes de terreno y pueden efectuarse en poco tiempo.

Materiales y métodos

Ubicación y descripción del área de estudio

Este estudio se desarrolló dentro de los límites de la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y Biosfera de Río Plátano (RHBRP), la cual tiene una extensión de 117,218.91 ha y ocupa el 23.72 % de la reserva. Dicha zona está ubicada entre las coordenadas 14° 57'54» y 16° 00'43» latitud norte y 84° 11'32» y 85° 31'25» longitud oeste, dentro del municipio de Dulce Nombre de Culmí, Honduras. En la zona se identifican dos zonas de vida principales: el bosque húmedo tropical y el bosque húmedo subtropical. La precipitación anual en la zona oscila entre los 2800 mm y 3000 mm, con una estación lluviosa que se extiende, desde mayo hasta diciembre (ICF, 2013). Se estima que en la zona hay unas 5.600 fincas ganaderas, con tamaño variable desde 4.0 hasta más de mil hectáreas (UNAH 2022; INE 2018). El trabajo de campo se desarrolló al principio de la temporada de lluvias, entre los meses de mayo a julio de 2023.

Criterios para la selección de fincas y áreas de muestreo

En el año 2020, el Proyecto MI Biosfera-Zamorano seleccionó 20 fincas según su ubicación y la disposición de los ganaderos para participar. En ellas se implementó un sistema de pastoreo racional, lo que proporciona materiales y apoyo técnico a los productores. Estos se comprometieron a cubrir los costos de los postes para cercas y a facilitar espacios para sesiones de aprendizaje grupal participativo sobre el manejo de fincas ganaderas, utilizando la metodología de Escuelas de Campo.

Para propósitos de esta investigación, se seleccionó aleatoriamente un grupo de 13 fincas de las 20 intervenidas por el proyecto, designadas como fincas monitor. Luego, se eligieron otras 13 fincas no intervenidas por el proyecto, pero similares en estructura y manejo ganadero, las que se denominaron fincas control. En ambos tipos de fincas se manejaban grupos de ganado que incluían vacas lactantes (entre 20 y 30 ejemplares) con sus crías y uno o dos toros. Además, tenían grupos de novillos destinados a la venta a desarrolladores/engordadores y un grupo de vacas secas y novillas (conocido como *ganado horro*), las que se mantenían en potreros más distantes, generalmente cerca de zonas montañosas. Estos últimos grupos no fueron objeto de análisis en este estudio.

En las fincas monitor los potreros tenían un tamaño de 1 a 2 mz¹, divididos con cercas eléctricas. El pastoreo se realizó durante 1-2 días, seguido de un periodo de recuperación de 25-30 días. De acuerdo con los datos proporcionados por personal del Proyecto MI Biosfera-Zamorano, la carga animal en los potreros se ajustó a 3 vacas/mz. Por otro lado, las fincas control contaban con potreros más grandes, de 8 a 10 mz, cercados con alambre de púas. El periodo de ocupación en esos potreros era de 10-15 días, con intervalos de recuperación de 20-40 días. La carga animal estimada en las fincas control fue de 0.5 vacas/mz. Se asumió que antes de la

¹ 1 manzana (mz) = 0.697 ha

intervención del proyecto los potreros de los dos grupos de fincas tenían dimensiones y condiciones de degradación similares.

Para seleccionar los potreros por evaluar, a cada productor se le solicitó identificar tres que fueran representativos de diferente condición: mejores, intermedios y peores. En cada uno de esos potreros, se trazaron tres transectos lineales de 50 a 100 m en las fincas monitor y de 150 a 300 m en las fincas control, debido a que en estas últimas los potreros eran de mayor tamaño. En cada transecto, se marcaron puntos cada 10 m y se eligieron al azar dos en dos transectos y uno en el tercero, lo que ocasionó cinco observaciones por potrero. En estos puntos se colocó un cuadro de 1 m² para evaluar los indicadores observacionales.

Indicadores observacionales

Para estandarizar la recopilación de datos, se creó una plantilla en ODK Collect[®] para la cual se debe elegir una respuesta cualitativa y para cada una se asigna un valor numérico que varía desde Excelente (5) hasta Deficiente (1). La disponibilidad de pasto fue el primer indicador que se utilizó. Si bien se reconoce que el peso seco del forraje presente es el mejor indicador de la disponibilidad, dadas las condiciones en las que se desarrolló el estudio, se consideró la altura media como *proxy* de la disponibilidad, debido a que es un indicador práctico y de fácil evaluación, el cual incluso se usa en el *método de plato* para la estimación de biomasa forrajera disponible en potreros (Sanderson *et al.*, 2001; Edvan *et al.*, 2016). En el caso de las gramíneas rastreras como varias del género *Urochloa*, se consideró la altura de unos 20 cm como apropiada (Costa *et al.*, 2021; Vlasenko *et al.*, 2022; Rinehart y Baier 2012); en cambio, el mismo criterio numérico no se aplicó para especies de crecimiento erecto como los *Megathyrus*. En cualquier caso, se acepta que plantas de porte muy bajo dificultan el consumo por el ganado bovino (Lowe *et al.*, 2016; Dórea *et al.*, 2020).

Luego, con el apoyo del productor se definió las especies de gramíneas y leguminosas que se consumen preferentemente por el ganado, las que recibieron la denominación de *palatables* (Pittarello *et al.*, 2019). Además, se tomó en cuenta la presencia de malezas, que en el caso de sistemas de pasturas son aquellas especies no consumidas por el ganado y que, por lo tanto, compiten con las pasturas sembradas por espacio y nutrientes (Motta-Delgado *et al.*, 2019). Asimismo, se consideró la cobertura del suelo por especies herbáceas, con la situación extrema de suelo desnudo (Wang *et al.*, 2018) y la presentación de problemas de erosión (Ayoubi *et al.*, 2014; Karaca *et al.*, 2021). En la Tabla 1 se presenta la escala propuesta por Betancourt *et al.* (2007) para evaluar la degradación de pasturas, a la cual se le hicieron ligeras modificaciones con base en la revisión de la literatura. Dichas revisiones se validaron a través de consultas con pares.

Tabla 1*Indicadores observacionales para determinar el nivel de degradación de pasturas*

Disponibilidad	Especies palatables	Presencia de malezas	Cobertura del suelo	Condición de erosión
Muy alta (5)	Todas palatables (5)	No hay malezas (5)	Completa (5)	Sin erosión (5)
Alta (4)	Pocas no palatables (4)	Pocas malezas (4)	Pocos espacios de suelo desnudo (4)	Mínima erosión superficial (4)
Media (3)	¾ palatables (3)	Cantidad considerable de malezas (3)	Suelo desnudo disperso (3)	Erosión laminar (3)
Pobre (2)	Poco más de la mitad (2)	Muchas malezas (2)	Áreas significativas de suelo desnudo (2)	Algunos surcos y pérdida de suelo (2)
Muy pobre (1)	Menos de la mitad (1)	Todo es malezas (1)	Suelo desnudo Uniforme (1)	Daños severos por Surcos y cárcavas (1)

Procesamiento y análisis de datos

Al tratarse de números ordinales, se utilizó la moda como medida de tendencia central (Chenail, 1992; Speelman y McGann, 2013). El valor que más se repite de las 15 observaciones (cinco observaciones x tres potreros) representó el estado actual de cada indicador en la finca. Con estos datos consolidados se analizó la asociación de cada indicador con respecto al tipo de finca (monitor y control) mediante tablas de contingencia e interpretados con el estadístico Chi cuadrado (χ^2), que se desarrollaron con el programa estadístico InfoStat® versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020). Además, para aquellas variables cualitativas que sugirieron tener algún grado de asociación, se realizó análisis de correspondencia múltiple, visualizadas por medio del uso de gráficos bi-plot.

Resultados

Las fincas monitor y control que se estudian difirieron ($p < 0.05$) en los cinco indicadores que se utilizaron para la evaluación del nivel de degradación de pasturas, con base en la prueba de Chi Cuadrado (χ^2). El valor que representa a las fincas monitor se traduce en una disponibilidad de pasturas catalogada como *alta*, con aproximadamente el 85 % de las áreas de pastoreo ubicadas en este nivel. En contraste, las fincas control se han establecido en una categoría de disponibilidad considerada como *media*. Esto se puede explicar por la presencia de áreas con extensiones significativas donde las especies forrajeras tienen alturas entre 1 y 1.5 cm

e incluso en algunas áreas, la disponibilidad se ha clasificado como *pobre*, con alturas inferiores a 1 cm.

Tabla 2

Tabla de contingencia y datos estadísticos para las características cualitativas observacionales de los indicadores disponibilidad, especies palatables y malezas para fincas monitor y control

Disponibilidad	Monitor	Control	Chi²	P ≤
Muy alta	1	0	18.60	0.0003
Alta	11	2		
Media	1	8		
Pobre	0	3		
Total	13	13		
Especies palatables	Monitor	Control	Chi ²	P ≤
Todas palatables	2	0	8.52	0.0141
Pocas no palatables	11	9		
Aprox. 75 % palatables	0	4		
Total	13	13		
Malezas	Monitor	Control	Chi ²	P ≤
No hay malezas	2	0	11.99	0.0025
Pocas malezas	11	7		
Alta proporción de malezas	0	6		
Total	13	13		

Las especies forrajeras consideradas por los productores de la zona como palatables son pastos mejorados tales como brizanta (*Urochloa brizantha*), estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y estrella roja o Limpo Grass (*Hemarthria altissima Poir*), entre las de hábito

de crecimiento rastrero. Además, identificaron como palatables gramíneas de porte alto, tales como Tanzania (*Megathyrsus maximus cv. Tanzania*) y Mombasa (*Megathyrsus maximus cv. Mombasa*). En términos generales, las especies palatables eran dominantes en los potreros, sin embargo, en el 30 % de las fincas control se encontraron áreas que representaban aproximadamente un cuarto del potrero cubiertas por especies poco palatables o no palatables.

En lo que respecta a la presencia de malezas, en el 85 % de las fincas monitor se observó una escasa presencia de malezas, lo que se repite en el 54 % de las fincas control. No obstante, es importante destacar que el 15 % restante de las fincas monitor se mantenía libre de malezas, mientras que en el 46 % restante de las fincas control se evidenció la existencia de una cantidad significativa de malezas. Cabe anotar que la mayoría de esas malezas presentaban espinas. Las asociaciones más notables se observaron para los indicadores de cobertura herbácea y el estado de erosión, lo que evidencia un valor de Chi Cuadrado (χ^2) significativamente superior y valores de P más bajos, en comparación con los otros indicadores.

Con la excepción de una finca monitor, donde se observó la presencia de áreas limitadas de suelo desnudo, la mayoría de ellas exhibía una cobertura herbácea casi completa en los potreros. Por el contrario, las fincas control no mostraron la misma uniformidad en cobertura herbácea. En aproximadamente el 60 % de esas fincas se detectó la presencia de espacios dispersos de suelo desnudo e incluso en dos fincas control se observaron áreas importantes con suelo desnudo. Una situación análoga se reflejó para el indicador condición de erosión, pues los potreros de las fincas monitor estuvieron prácticamente libres de problemas potenciales de erosión, mientras que en las fincas control el riesgo de erosión laminar fue frecuente en muchos potreros.

Tabla 3

Tabla de contingencia y datos estadísticos para las características cualitativas observacionales de los indicadores cobertura herbácea y condición de erosión para fincas monitor y control

Cobertura suelo	Monitor	Control	Chi²	P≤
Completa	12	0	31.54	0.0001
Pocos espacios de suelo desnudo	1	3		
Suelo desnudo disperso	0	8		
Áreas significativas de suelo desnudo	0	2		
Total	13	13		
Condición de erosión	Monitor	Control	X²	P≤

Sin erosión	13	0	36.04	0.0001
Mínima erosión superficial	0	3		
Erosión laminar	0	10		
Total	13	13		

El análisis de correspondencia múltiple (ver la Figura 1), mostró que aproximadamente el 51.35 % de la asociación de los datos se atribuye a las variables consideradas en esta investigación. En las fincas monitor se detectó una mayor proximidad de los indicadores que reflejan condiciones favorables en las pasturas, como cobertura herbácea completa, ausencia de riesgo de erosión y una alta disponibilidad de forraje. Además, aunque en menor medida, se observó una relación cercana, aunque ligeramente alejada del punto que representa a las fincas monitor, y otras características deseables en las pasturas como la presencia baja de malezas y de especies poco palatables. Por otro lado, en el sector donde se encuentran las fincas control se agruparon variables que reflejan la degradación de las pasturas, como áreas significativas de suelo desnudo, casos de erosión laminar, una disponibilidad media de forraje y una cantidad considerable de malezas.

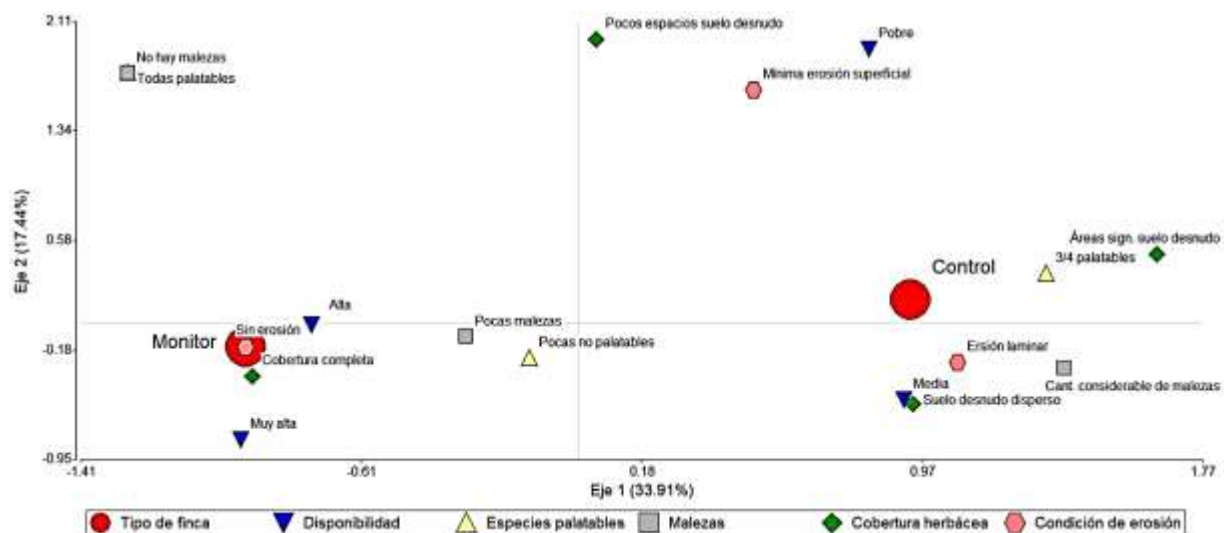


Figura 1

Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia múltiple con los indicadores que tuvieron asociación ($p < 0.05$) con las fincas monitor y control (en este caso, todos los indicadores considerados)

A pesar de que los análisis evidencian que las características predominantes en las pasturas de las fincas monitor son las correspondientes a ausencia de degradación o degradación ligera. Esto no implica que se hayan detectado casos aislados de degradación moderada, pero esos no se reflejaron en los resultados, pues al usar la moda de las observaciones las atípicas se excluyeron.

Por otro lado, si bien la Figura 2 muestra que en las fincas monitor predominó una cobertura herbácea completa, en un 41 % de las observaciones se detectaron pocos espacios de suelo desnudo e incluso en un 6 % hubo espacios dispersos de suelo desnudo. En contraste, en las fincas control los problemas de cobertura pobre fueron más críticos, pues no hubo potreros que tuvieran cobertura completa, el 40 % presentó áreas dispersas de suelo desnudo, en el 35 % áreas significativas con suelo desnudo e incluso en un 4 % hubo áreas uniformes de suelo desnudo. Estos resultados evidencian los inconvenientes de poca cobertura del suelo en los potreros de las fincas control, pese a que un tercio de los potreros que se evaluaron fueron identificados por los productores como sus mejores potreros.

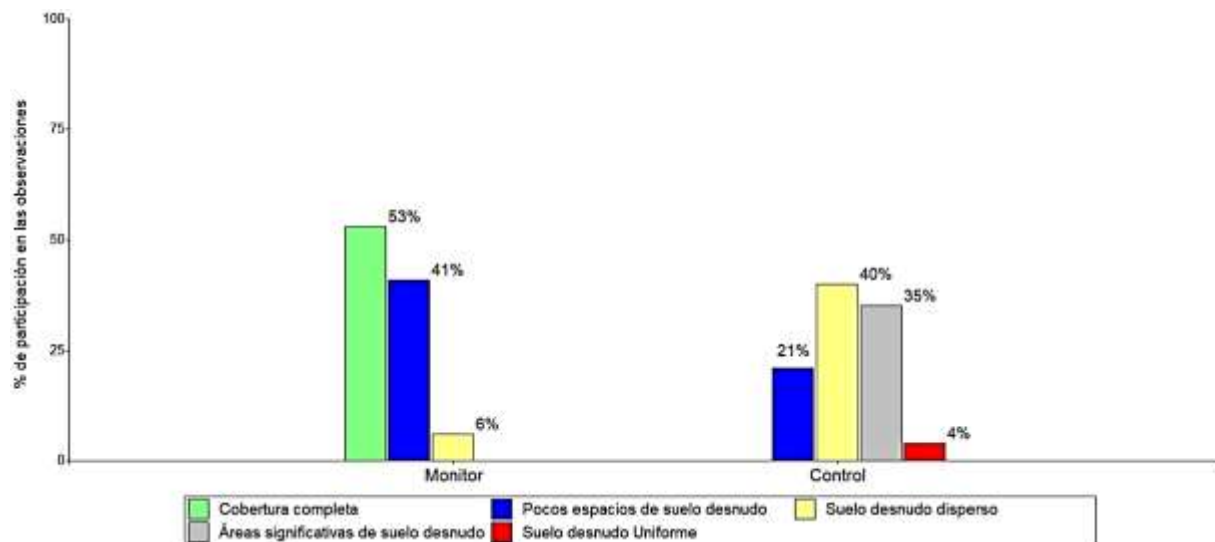


Figura 2

Frecuencia relativa (%) de potreros para los diferentes niveles de cobertura herbácea en las fincas monitor y control

De igual manera, al considerar el potencial de erosión (ver la Figura 3), los resultados sugieren que las fincas monitor no presentaban mayores problemas de erosión, pues apenas en el 42 % de los potreros se detectaron niveles mínimos de erosión superficial y el 58 % restante no los tenía. En contraste, en las fincas control solo en un 21 % de los potreros se encontraron niveles mínimos de erosión superficial, en el 69 % hubo erosión laminar y en el 10 % restante hubo presencia de surcos o cárcavas que indican problemas serios de erosión del suelo.

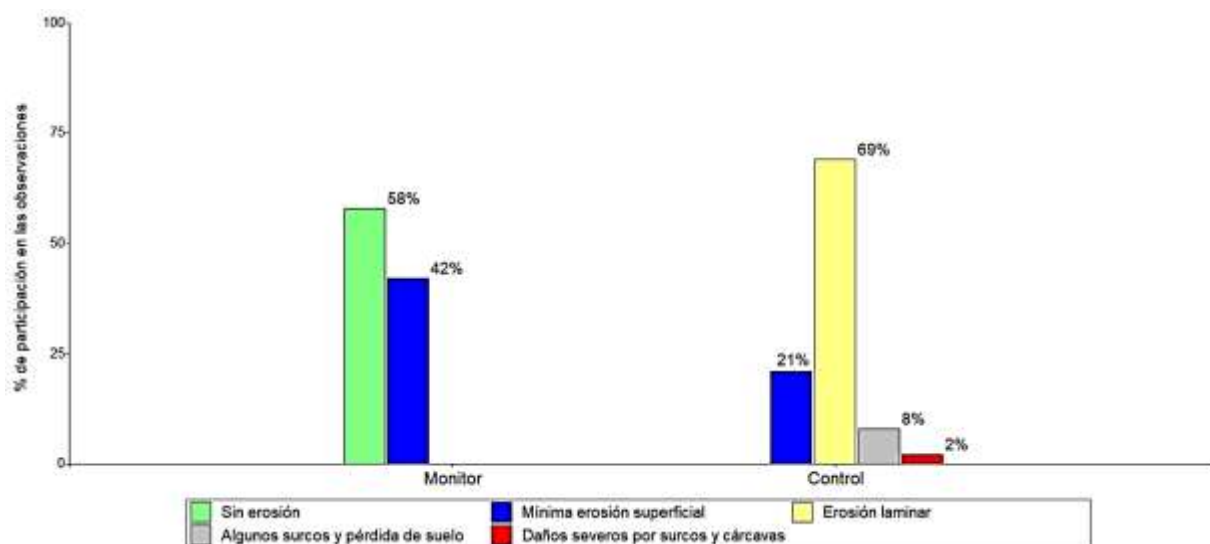


Figura 3

Frecuencia relativa (%) de potreros para los diferentes niveles de erosión en las fincas monitor y control

Discusión

Implicaciones de la degradación de pasturas

La presencia de mejores indicadores que se relacionan con el nivel de degradación de las pasturas en las fincas monitor que en las fincas control sugiere que la implementación del sistema de pastoreo rotacional promovido por el Proyecto MI Biósfera–Zamorano debe haber resultado no solo en el incremento de la capacidad de carga de las pasturas, sino también en el nivel de producción leche por vaca y en la ganancia de peso de animales en crecimiento y, en consecuencia, mejoras en la productividad animal, tal como se observó por Betancourt *et al.* (2007) en condiciones similares a las del presente estudio. Aun cuando no se tienen los estimados del cambio en el nivel de ingreso en las fincas monitor como consecuencia de la mejora de la condición de pasturas, los resultados de Betancourt *et al.* (2007) mostraron que al pasar las pasturas de una condición de degradación severa a no degradación se incrementaba el ingreso por hectárea-año en \$157.75 USD \pm 83.69 y 144.38 \pm 29.66, con vacas lactantes y ganado en crecimiento respectivamente, lo cual ayudaría a amortizar la inversión en cercas que se hizo en las fincas monitor. Cabe anotar que los montos que se obtienen en dicho estudio corresponden a la situación de El Petén (Guatemala) en 2007, cuando los precios de leche y carne eran de \$0.20 USD y 1.07/kg, respectivamente (Betancourt, 2006) y en la zona donde se realizó este estudio dichos precios son actualmente de \$0.40 USD y 1.35/kg, respectivamente.

Aunado a esto, se ha visto que la degradación de pasturas afecta negativamente los servicios ecosistémicos, tales como la capacidad de secuestro de carbono en suelos (Maia *et al.*, 2009; Sanderman *et al.*, 2015; de Oliveira *et al.*, 2022), la pérdida de biodiversidad por la afectación en los hábitats, la degradación del suelo, la reducción en el recurso hídrico y la pérdida de especies nativas (Fastré *et al.*, 2020). Además, en áreas degradadas como producto de la aplicación de una presión de pastoreo fuerte, se ha visto una disminución considerable en la

población de abejas y los servicios de polinización que estas brindan (Mayer, 2003; Vulliamy *et al.*, 2006), así como en la población de aves insectívoras como consecuencia de la invasión de malezas (Maron y Lill, 2005).

Por esto y debido a la importancia de los servicios ecosistémicos, amerita profundizar el estudio de esos indicadores en las fincas monitor y control de la zona de amortiguamiento de la RHBRP. Es más, convendría evaluar también el impacto de la presencia de árboles en los sistemas silvopastoriles, en virtud del impacto que estos tienen en incrementar el secuestro de carbono (Amézquita *et al.*, 2004; Villanueva *et al.*, 2023).

Recuperación de pasturas degradadas

Las diferencias en los indicadores del nivel de degradación de pasturas observadas en las fincas monitor y testigo, sugieren que el ordenamiento del sistema de manejo del pastoreo ha resultado en mejoras en la condición de las pasturas, pese a que tiene apenas 2 años la introducción del sistema de pastoreo racional en las fincas monitor. Esto confirma que es posible recuperar áreas con pasturas degradadas mediante la implementación de un sistema de pastoreo rotacional, con periodos de ocupación cortos y tiempos de descanso apropiados para la recuperación de las pasturas defoliadas por los animales (Teague *et al.*, 2013; Ferguson *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2016), lo que a la vez ocasiona el incremento de la capacidad de soporte de las pasturas (Lawrence *et al.*, 2019; Gillen *et al.*, 1998; Derner *et al.*, 2007).

En relación con el indicador cobertura herbácea, la mejora en las fincas monitor puede deberse a que al ser pastoreados los potreros por tiempos cortos (uno o dos días), existe menor riesgo de que los rebrotes sean defoliados en el mismo periodo de ocupación. En cambio, con los periodos largos de ocupación propios de las fincas control puede suceder la defoliación de rebrotes tiernos, lo cual en el mediano plazo ocasiona la pérdida de las especies palatables (Lawrence *et al.*, 2019; Teague *et al.*, 2011).

Es difícil estimar cuánto tiempo se requiere para recuperar pasturas degradadas mediante la implementación de un sistema de pastoreo racional como el promovido por el Proyecto MI Biósfera-Zamorano, pues esto depende del nivel de degradación inicial (Teague y Kreuter, 2020), las condiciones de clima (Emam *et al.*, 2015; Oke *et al.*, 2021), las prácticas de manejo que se implementan (Mccollum *et al.*, 2017; Papanastasis, 2009) y el potencial de recuperación del agroecosistema pastura (Teague y Kreuter, 2020). En estudios desarrollados en Kenia (Odadi *et al.*, 2017) y Australia (Bartley *et al.*, 2010), se obtuvieron resultados positivos de restauración de pasturas implementando un sistema de pastoreo racional en un periodo relativamente corto (< 5 a 6 años), pero los cambios se presentaron de manera paulatina a partir del primer año de la puesta en funcionamiento del sistema de pastoreo racional y ese puede ser el caso de las fincas monitor del presente estudio.

En contraste, en casos de degradación de pasturas severa y muy severa, es posible que haya que implementar otras prácticas para la recuperación, como la resiembra o el cambio de pasturas, lo que se conoce como renovación de las pasturas (Duarte *et al.*, 2005; Enríquez-Quiroz *et al.*, 2021), pero se deben retirar los animales de los potreros mientras se establecen las nuevas

pasturas y es solo cuando las nuevas pasturas están bien establecidas que se puede implementar el sistema de pastoreo racional.

Ventajas y limitaciones de una metodología observacional cualitativa

La metodología observacional cualitativa usada para evaluar el estado de degradación de las pasturas se asemeja a las empleadas por Betancourt *et al.* (2007) y Padilla *et al.* (2009), quienes le atribuyeron ventajas tales como la practicidad y rapidez de aplicación, así como su repetibilidad cuando se cuenta con una escala cuyos criterios han sido bien definidos, la cual se aplica por evaluadores bien entrenados. Las evaluaciones *in situ* realizadas por estos resultan especialmente provechosas para adquirir conocimiento acerca de un contexto específico y una condición real, en contraste con el uso de información disponible solo en la literatura (Queirós *et al.*, 2017; Gilmartin-Thomas *et al.*, 2018; Busetto *et al.*, 2020).

Los resultados evidencian el potencial de aplicar esta metodología de evaluación de degradación de pasturas en fincas que se seleccionaron, en un periodo corto y con recursos limitados como fue la situación del presente estudio. Sin embargo, esto tiene también desventajas, como el riesgo de la subjetividad del evaluador, que puede introducir sesgos y afectar la confiabilidad y validez de los resultados (Smit y Onwuegbuzie, 2018).

Por otro lado, se dispone de opciones limitadas para los análisis estadísticos del tipo de información como la colectada en este estudio, lo que puede dificultar la medición de las relaciones entre las variables y el cálculo del error estándar (Rahman, 2020), sobre todo, al cumplir con uno de los requisitos básicos para la fiabilidad de los estudios cualitativos, que es el no tomar la media como medida de tendencia central (Chenail, 1992). Esto se debe a que esta última es sensible a la presencia de valores atípicos, que pueden sesgar los resultados y hacerlos menos representativos de los datos en su conjunto (Speelman y McGann, 2013).

Otra posible limitación asociada al método aplicado es que se tuvo que confiar en el conocimiento y buen criterio de los productores al identificar los potreros representativos de diferentes niveles de degradación y esa decisión pudo estar sujeta a error (Padilla *et al.*, 2021), debido a que los conceptos de degradación de pasturas presentados por el responsable del estudio eran nuevos para ellos, particularmente en el caso de los responsables de las fincas control, que no habían estado participando de las escuelas de campo del Proyecto MI Biósfera–Zamorano.

Para estudios con mayor cobertura en cuanto al número de fincas, como los de nivel regional, el uso de métodos con base en imágenes satelitales o fotografías obtenidas con drones y su interpretación para generar índices de vegetación (Andrade *et al.*, 2013; Vieira *et al.*, 2021) parecen ser opciones más adecuadas, pero estas requieren de calibraciones *in situ* previos a su uso, el acceso a imágenes de calidad y la disponibilidad de equipos para fotointerpretación, lo cual tiene costos asociados (Grigera *et al.*, 2007; Freitas *et al.*, 2022).

Conclusiones y recomendaciones

1. La implementación de un sistema de pastoreo racional usando cercas eléctricas, con controles adecuados de la intensidad y frecuencia de defoliación, como el promovido por el Proyecto MI Biosfera-Zamorano en fincas ganaderas de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biósfera Río Plátano (RHBRP) es una estrategia capaz de ayudar en la recuperación de pasturas degradadas, con los consecuentes impactos en producción y productividad animal y en la mejora de los servicios ecosistémicos. Esta estrategia mostró resultados positivos en un periodo relativamente corto (aproximadamente 2 años), pero el periodo requerido es mayor cuando el nivel de degradación sea más severo.
2. La metodología para estimar el nivel de degradación de pasturas propuesta en este estudio puede ser el punto de partida para análisis más profundos enfocados en la evaluación de la productividad animal y el beneficio económico resultante de la implementación de sistemas de manejo racional de pastoreo, así como su impacto en la mejora de los servicios ecosistémicos provistos por fincas ganaderas con pasturas degradadas.
3. Se sugiere que las organizaciones no gubernamentales y las instituciones de gobierno utilicen esta metodología para llevar a cabo evaluaciones sistemáticas de las pasturas en la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y la Biósfera del Río Plátano. Estas evaluaciones pueden servir como base para identificar áreas críticas que requieren intervención y planificación de los proyectos específicos.
4. Se recomienda la investigación continua y el monitoreo a largo plazo de las fincas ganaderas que implementan sistemas de pastoreo racional. Esto permite obtener datos más sólidos sobre los plazos de recuperación en diferentes condiciones y mejorar cómo se comprenden los impactos a largo plazo de la implementación de un sistema de pastoreo racional sobre la producción ganadera y los servicios ecosistémicos.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A; Ibrahim, M; Pezo, D. 2014. Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente. In: T. Díaz y A. Acosta (eds.). Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero. FAO, Oficina Subregional para América Central. Santiago, Chile. Pp. 45-65.
- Amézquita, MC; Ibrahim, M; Llanderal, T; Buurman, P; Amézquita, E. 2004. Carbon sequestration in pastures, silvo-pastoral systems and forests in four regions of the Latin American tropics. *Journal of Sustainable Forestry* 21(1):31-49. DOI: 10.1300/J091v21n01_02.
- Andrade RG; Rodrigues CA; Sanches ID; Torresan FE; Quartaroli CF. 2013. Use of remote sensing techniques in the detection of pasture degradation processes. *Engenharia na Agricultura* 21(3): 234-243.

- Ayoubi, S; Emami, N; Ghaffari, N; Honarjoo, N; Sahrawat, KL. 2014. Pasture degradation effects on soil quality indicators at different hillslope positions in a semiarid region of western Iran. *Environ Earth Sci* 71:375–381. DOI: 10.1007/s12665-013-2440-x.
- Bartley, R; Corfield, JP; Abbott, BN; Hawdon, AA; Wilkinson, SN; Nelson, B. 2010. Impacts of improved grazing land management on sediment yields. Part 1: Hillslope processes. *Journal of Hydrology* 389(4): 237-248. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2010.05.002.
- Bautista-García, G; López-Ortiz, S; Murillo-Cuevas, FD; Pérez-Hernández, P; Ortega-Jiménez, E; López-Collado, CJ. 2022. Estudio preliminar del pastoreo racional Voisin como herramienta para mejorar las condiciones del suelo después del pastoreo extensivo. *Terra Latinoamericana* 40 (2022). DOI: 10.28940/terra.v40i0.893.
- Betancourt, H. 2006. Evaluación bioeconómica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Tesis Mg. Sc. CATIE; Turrialba Costa Rica. 91 p.
- Betancourt, H; Pezo, DA; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. *Pastos y Forrajes* 30(1):169-175.
- Busetto, L; Wick, W; Gumbinger, C. 2020. How to use and assess qualitative research methods. *Neurol. Res. Pract.* 2(14). DOI: 10.1186/s42466-020-00059-z.
- Chenail, RJ. 1992. Qualitative Research: Central Tendencies and Ranges. *The Qualitative Report* 1(4):1-3. DOI: 10.46743/2160-3715/1992.2037.
- Costa, CM; Difante, GS; Costa, ABG; Gurgel, ALC; Ferreira, MA; Santos, GT. 2021. Grazing intensity as a management strategy in tropical grasses for beef cattle production: a meta-analysis. *Animal* 15(100192). DOI: 10.1016/j.animal.2021.100192.
- de Oliveira, DC; Maia, SM; Freitas, RD; Cerri, CE. 2022. Changes in soil carbon and soil carbon sequestration potential under different types of pasture management in Brazil. *Regional Environmental Change* 22(3): 87. DOI: 10.1007/s10113-022-01945-9.
- Derlagen, C; De Salvo, CP; Egas, JJ; Pierre, G. 2019. Análisis de políticas agropecuarias en Honduras (En línea). BID 787. Consultado el 12 abr 2023. Disponible en <https://books.google.es/>.
- Derner, JD; Hart, RH. (2007). Livestock and vegetation responses to rotational grazing in short-grass steppe. *Western North American Naturalist* 67(3):359-367.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz Giraldo, RA; León, MÁ; López, OP. 2021. Uso de sensores remotos en la determinación del forraje disponible de *Urochloa humidicola* cv. Llanero bajo pastoreo en la

- Atillanura colombiana. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 9(3): 376-82. DOI: 10.17138/TGFT(9)376-382
- Dórea, JRR; Gouvêa, VN; Agostinho, LRD; Da Silva, SC; Brink, GE; Pires, AV; Santos, FA. 2020. Beef cattle responses to pre-grazing sward height and low level of energy supplementation on tropical pastures. *J Anim Sci.* 98(6). DOI: 10.1093/jas/skaa163
- Duarte, JM; Pérez, HE; Pezo, DA; Arze, J; Romero, F; Argel, PJ. 1995. Producción de maíz (*Zea mays* L.), soya (*Glycine max* L.) y caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sembrados en asociación con gramíneas en el trópico húmedo. *Pasturas Tropicales* 17(2):12-19.
- Edvan, RL; Bezerra, LR; Marques, CA; Carneiro, MS; Oliveira, RL; Ferreira, RR. 2016. Methods for estimating forage mass in pastures in a tropical climate. *Revista de Ciências Agrárias.* 39(1):36-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA14100>
- Emam, AR; Kappas, M; Hosseini, SZ. 2015. Assessing the impact of climate change on water resources, crop production and land degradation in a semi-arid river basin. *Hydrology Research* 46(6), 854-870 DOI: 10.2166/nh.2015.143
- Enríquez-Quiroz, JF; Esqueda-Esquivel, VA; Martínez-Méndez, DM. 2021. Rehabilitation of degraded pastures in the tropics of Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 12: 243-260. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876>
- Fastré, C; Possingham, HP; Strubbe, D; Matthysen, E. 2020. Identifying trade-offs between biodiversity conservation and ecosystem services delivery for land-use decisions. *Sci Rep* 10(7971). DOI: 10.1038/s41598-020-64668-z
- Feltran-Barbieri, R; Féres, JG. 2021. Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. *Royal Society Open Science* 8(7). DOI: 10.1098/rsos.201854.
- Ferguson, BG; Diemont, SAW; Alfaro-Arguello, R; Martin, JF; Nahed-Toral, J; Álvarez-Solís, D; Pinto-Ruiz, R. 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, Mexico. *Agric. Syst.* 120:38–48. DOI: 10.1016/j.agsy.2013.05.005.
- Freitas, RG; Pereira, FR; Dos Reis, AA; Magalhães, PS; Figueiredo, GK; do Amaral, LR. 2022. Estimating pasture aboveground biomass under an integrated crop-livestock system based on spectral and texture measures derived from UAV images. *Computers and Electronics in Agriculture* 198(10712). DOI: 10.1016/j.compag.2022.107122.
- García E; Siles P; Eash L; Van der Hoek R; Kearney S; Smukler S; Fonte S. 2019. Participatory evaluation of improved grasses and forage legumes for smallholder livestock production in Central America. *Experimental Agriculture* 55(5):776-792. DOI:10.1017/S0014479718000364.

- Gillen, RL; FT III; M; Tate, KW; Hodges, ME. 1998. Tallgrass prairie response to grazing system and stocking rate. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives* 51(2):139-146.
- Gilmartin-Thomas, JF; Liew, D; Hopper I. 2018. Observational studies and their utility for practice. *Australian Prescriber* 41(3):82-85. DOI: 10.18773/austprescr.2018.017
- Gosch MS; Parente LL; dos Santos CO; Mesquita VV; Ferreira LG. 2021. Landsat-based assessment of the quantitative and qualitative dynamics of the pasture areas in rural settlements in the Cerrado biome, Brazil. *Applied Geography* 136:102585. DOI:10.1016/j.apgeog.2021.102585
- Grigera G; Oesterheld M; Pacín F. 2007. Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems* 94(3):637-48. doi:10.1016/j.agry.2007.01.001
- Heady, HF. 1961. Continuous vs. specialized grazing systems: A review and application to the California annual type. *Journal of Range Management* 14(4), 182-193. DOI: 10.2307/3895147.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, RD; Burgos, C; Pérez, E; Ramirez, G; Medina, A. 2004. Is it worth to recuperate degraded pasturelands? An evaluation of profits and costs from the perspective of livestock producers and extension agents in Honduras. *Livestock Research for Rural Development* 16(11). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd16/11/holm16090.htm>
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2013. Plan de Manejo Reserva del Hombre y la Biosfera del Rio Plátano (2013-2025). 225p.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2018. Indicadores municipales. Dulce Nombre de Culmí, Olancho. Tegucigalpa, M.D.C.
- Karaca, S; Dengiz, O; Turan, ID; Özkan, B; Dedeoğlu, M; Gülser, F; Sargin, B; Demirkaya, S; Ay, A. 2021. An assessment of pasture soils quality based on multi-indicator weighting approaches in semi-arid ecosystem. *Ecological Indicators* 121:107001. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.107001.
- Lawrence, R; Whalley, RDB; Reid, N; Rader, R. 2019. Short-duration rotational grazing leads to improvements in landscape functionality and increased perennial herbaceous plant cover. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 281:134-144. DOI: 10.1016/j.agee.2019.04.031
- Lowe, KF; Hume, DE; Fulkerson, WJ. 2016. Forages and Pastures: Perennial Forage and Pasture Crops – Species and Varieties. Reference Module in Food Science 2(2016):576–585. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.00789-7.

- Maia, SM; Ogle, SM; Cerri, CE; Cerri, CC. 2009. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. *Geoderma* 149(1-2):84-91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.11.023>
- Maron, M; Lill, A. 2005. The influence of livestock grazing and weed invasion on habitat use by birds in grassy woodland remnants. *Biological Conservation* 124(4):439-450. DOI: 10.1016/j.biocon.° 2005.02.002.
- Mayer, C. 2004. Pollination services under different grazing intensities. *International Journal of Tropical Insect Science* 24(1):95-103. DOI:10.1079/IJT20047
- Mccollum, DW; Tanaka, JA; Morgan, JA; Mitchell, JE; Fox, WE; Maczko, KA; Hiding, L; Duke, C; Kreuter, UP. 2017. Climate change effects on rangelands and rangeland management: affirming the need for monitoring. *Ecosystem Health and Sustainability* 3(3). DOI: 10.1002/ehs2.1264
- Molnár, Z; Kis, J; Vadász, C; Papp, L; Sándor, I; Béres, S; Varga, A. 2016. Common and conflicting objectives and practices of herders and conservation managers: the need for a conservation herder. *Ecosystem Health and Sustainability* 2(4). DOI: 10.1002/ehs2.1215.
- Motta-Delgado, PA; Ocaña HE; Rojas-Vargas, EP. 2019. Indicators associated to pastures sustainability: a review. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 20(2):409-430. DOI: 10.21930/rcta.vol20_num2_art:1464
- Odadi, WO; Fargione, J; Rubenstein, DI. 2017. Vegetation, wildlife, and livestock responses to planned grazing management in an African pastoral landscape. *Land Degradation & Development* 28(7): 2030-2038. DOI: 10.1002/ldr.2725
- Oke, OE.; Uyanga, VA; Iyasere, OS; Oke, FO; Majekodunmi, BC; Logunleko, MO; Onagbesan, OM. 2021. Environmental stress and livestock productivity in hot-humid tropics: Alleviation and future perspectives. *Journal of Thermal Biology* 100(103077). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103077>
- Padilla, C; Crespo, G; Sardiñas, Y. 2009. Degradación y recuperación de pastizales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 43(4):351-354.
- Padilla, LMK; Powell, M; Kay, M; Hullman, J. 2021. Uncertain about uncertainty: How qualitative expressions of forecaster confidence impact decision-making with uncertainty visualizations. *Front Psychol* 11(579267). DOI: 10.3389/fpsyg.2020.579267
- Papanastasis, VP. 2009. Restoration of degraded grazing lands through grazing management: can it work? *Restoration Ecology* 17(4), 441-445. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00567.x>

- Pereira, OJR; Ferreira, LG; Pinto, F; Baumgarten, L. 2018 Assessing Pasture Degradation in the Brazilian Cerrado Based on the Analysis of MODIS NDVI Time-Series. *Remote Sens.* 10(1761). DOI: 10.3390/rs10111761
- Pezo, D. 2017. Tecnologías forrajeras para la intensificación sostenible de la ganadería frente al cambio climático. *Revista UTN* 78:18-25.
- Pinheiro Machado Filho, LC; Seó, HLS; Daros, RR; Enriquez-Hidalgo, D; Wendling, AV; Pinheiro Machado, LC. 2021. Voisin rational grazing as a sustainable alternative for livestock production. *Animals* 11(3494). DOI: 10.3390/ani11123494
- Pittarello, M; Probo, M; Perotti, E; Lonati, M; Lombardi, G; Ravetto, S. 2019. Grazing management plans improve pasture selection by cattle and forage quality in sub-alpine and alpine grasslands. *Journal of Mountain Science* 16(9):2126–2135. DOI: 10.1007/s11629-019-5522-8.
- Queirós, A; Faría, D; Almeida, F. 2017. Strengths and limitations of qualitative and quantitative research methods. *European Journal of Education Studies* 3(9):369-387. DOI: 10.46827/ejes.v0i0.1017
- Rahman, MS. 2017. The advantages and disadvantages of using qualitative and quantitative approaches and methods in language «testing and assessment» research: A literature review. *Journal of Education and Learning* 6(1). DOI:10.5539/jel.v6n1p102
- Rinehart, L; Baier, A. 2011. Pasture for organic ruminant livestock: Understanding and implementing the National Organic Program (NOP) Pasture Rule. USDA National Organic Program, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Sanderman, J; Reseigh, J; Wurst, M; Young, MA; Austin, J. 2015. Impacts of rotational grazing on soil carbon in native grass-based pastures in southern Australia. *PLoS One* 10(8). DOI: 10.1371/journal.pone.0136157
- Sanderson, MA; Rotz, CA; Fultz, SW; Rayburn, EB. 2001. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler. *Agronomy Journal* 93(6): 1281-1286.
- Serrano, J; Shahidian, S; Marques da Silva, J. 2018. Monitoring seasonal pasture quality degradation in the Mediterranean montado ecosystem: Proximal versus remote sensing. *Water* 10(10): 1422. DOI: 10.3390/w10101422
- Smit, B; Onwuegbuzie, AJ. 2018. Observations in qualitative inquiry: When what you see is not what you see. *International Journal of Qualitative Methods* 17(1). DOI: 10.1177/1609406918816766
- Speelman, CP; McGann, M. 2013. How mean is the mean?. *Front Psychol* 4(451). DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00451

- Teague, R; Dowhower, L; Baker, SA; Haile, N; DeLaune, P; Conover, DM. 2011. Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 141:310-322.
- Teague, R; Kreuter, U. 2020. Managing grazing to restore soil health, ecosystem function, and ecosystem services. *Front. Sustain. Food Syst* 4(2020). DOI: 10.3389/fsufs.2020.534187
- Teague, R; Provenza, F; Kreuter, U; Steffens, T; Barnes, M. 2013. Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? *J. Environ. Manage* 128: 699–717. DOI: 10.1016/j.jenvmano.2013.05.064
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 2022. Perfil Sociodemográfico de Dulce Nombre de Culmí, Olancho 2022. Tegucigalpa: IIES-UNAH.
- Vieira RM; Tomasella J; Barbosa AA; Polizel SP; Ometto JP; Santos FC; da Cruz Ferreira Y; de Toledo PM. 2021. Land degradation mapping in the MATOPIBA region (Brazil) using remote sensing data and decision-tree analysis. *Science of The Total Environment* 782: 146900. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146900
- Villanueva, C; Moscoso, C; Detlefsen, G; Solís, J; López, J. 2023. Contribución de la cobertura arbórea a la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero de fincas productoras de leche en el sur oriente de Guatemala. *Latin American Archives of Animal Production* 31(1): 93-102.
- Vlasenko, MV; Rybashlykova, LP; Turko, SY. 2022. Restoration of degraded lands in the arid zone of the European part of Russia by the method of phytomelioration. *Agriculture* 12(3):437. DOI: 10.3390/agriculture12030437
- Vulliamy, BG; Potts, SG; Willmer, P. 2006. The effects of cattle grazing on plant-pollinator communities in a fragmented Mediterranean landscape. *Oikos* 114(3): 529-543. DOI: 10.1111/j.2006.0030-1299.14004.x.
- Wang, T; Teague, WR; Park, SC. 2016. Evaluation of continuous and multipaddock grazing on vegetation and livestock performance - a modeling approach. *Range. Ecol. Manage* 69: 457–464. DOI: 10.1016/j.rama.2016.07.003
- Wang, Y; Lehnert, LW; Holzapfela, M; Schultz, R; Heberling, G; Görzen, E; Meyer; H; Seeber, E; Pinkert, S; Ritz; M; L; Fu, Y; Ansorge, H; Bendix, J; Seifert, B; Mieke, G; Long, RJ; Yang, YP; Wesch, K. 2018. Multiple indicators yield diverging results on grazing degradation and climate controls across Tibetan pastures. *Ecological Indicators* 93:1199-1208. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.06.021

Art. 2: Asociación entre buenas prácticas ganaderas y percepciones sobre servicios ecosistémicos en la Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano, Honduras

Resumen

La Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano es el reservorio natural más importante de Honduras, desempeña un papel crucial en la identidad natural, cultural y económica del país. Una de las actividades económicas más importantes en su zona de amortiguamiento es la ganadería que se practica en fincas familiares de manera tradicional, lo que afecta el ambiente que les rodea. En esta investigación se evaluó el desempeño de actividades ganaderas con base en estándares de buenas prácticas, así como la forma en la que los productores perciben los servicios ecosistémicos del componente arbóreo en sus fincas. Se trabajó con 30 fincas de las cuales la mitad está bajo intervención del Proyecto MI Biosfera-Zamorano y el resto fueron fincas control. Se utilizaron diferentes metodologías, como observación directa y entrevistas a los dueños de las fincas para evaluar prácticas que se relacionan con el bienestar animal, el manejo de las actividades ganaderas, las pasturas y los árboles en los potreros, así como la protección ambiental. Además, se utilizó el método Delphi para obtener las percepciones de los productores sobre los servicios ecosistémicos proporcionados por los árboles. Los datos fueron tratados estadísticamente mediante tablas de contingencia apoyados del valor estadístico Chi cuadrado (χ^2) para analizar asociaciones entre las variables. A todas las variables con asociación se les realizó análisis de correspondencia. No se encontraron asociaciones entre las prácticas ganaderas y las percepciones de los productores sobre los servicios ecosistémicos, pero se detectaron prácticas más sostenibles en las fincas con intervención. En contraste, las características de manejo ganadero menos sostenibles se presentaron en las fincas sin intervención. Por otro lado, los productores valoraron más los servicios ecosistémicos que benefician directamente a sus actividades productivas, como la producción de madera, sombra para los animales y la provisión de agua, dejando relegados a los servicios que se orientan a la conservación.

Palabras clave: ganadería sostenible, árboles en potreros, manejo de pasturas, bienestar animal, producción de madera, sombra, conservación ambiental.

Abstract

The Río Plátano Man and Biosphere Reserve is the most important natural reservoir in Honduras, playing a crucial role in the country's natural, cultural, and economic identity. One of the most significant economic activities in its buffer zone is livestock farming, practiced in a traditional manner in family farms, with impacts on their surrounding environment. In this study was assessed the performance of livestock activities based on good practice standards, as well as producers perceive the ecosystem services provided by the tree component in their farms. Thirty farms were selected, half of which were intervened by the MI Biosphere - Zamorano Project, and the rest were Control farms Various methodologies, such as direct observation and interviews with farm owners, were used to evaluate practices related to animal welfare, livestock management, pastures, and trees in pastures, as well as environmental protection practices.

Additionally, the Delphi method was employed to assess producers' perceptions of the ecosystem services provided by trees. Data were statistically analyzed using contingency tables supported by the Chi-square (χ^2) statistical method to analyze associations between variables. All variables with associations among them underwent correspondence analysis. Associations between livestock practices and perceptions of ecosystem services were not detected; however, more sustainable practices were found in intervened farms. In contrast, less sustainable management characteristics were associated with the Control farms. On the other hand, farmers valued more those ecosystem services that directly benefited their productive activities, such as wood production, shade for animals, and water provision, while conservation-oriented services were given lower priority.

Keywords: sustainable livestock, trees in pastures, pasture management, animal welfare, shade, environmental conservation.

Introducción

En el ámbito global, la ganadería es una fuente de ingreso importante para muchas familias rurales y provee de proteínas de alta calidad en los entornos urbanos (Herrero *et al.*, 2013). Sin embargo, es imperativo reconocer que las malas prácticas ganaderas pueden ejercer efectos adversos sobre los ecosistemas, como la deforestación, degradación del suelo, contaminación de cuerpos de agua, así como su contribución al cambio climático mediante la liberación de gases como metano, óxido nitroso y dióxido de carbono (IPCC 2013; Grossi *et al.*, 2019). En el caso de Honduras, la ganadería se practica principalmente en fincas familiares de doble propósito (INE 2008), contribuye un 12.9 % al producto interno bruto nacional (PIB) y da empleo a un 35 % de la población económicamente activa (Acosta *et al.*, 2014; Derlagen *et al.*, 2019).

La Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano (RHBRP), ubicada en la región de La Mosquitia en la costa caribeña de Honduras, es reconocida como patrimonio de la humanidad por la Unesco por ser un enclave valioso de biodiversidad y herencia cultural en América Central, por su diversidad de ecosistemas, presencia de especies endémicas y comunidades indígenas que han coexistido por siglos (Fraser, 2003). El Plan de manejo de la RHBRP (ICF, 2013) permite la actividad ganadera en su zona de amortiguamiento, pero aplicando buenas prácticas y sistemas silvopastoriles. Sin embargo, en contraposición a las exigencias legales, en la zona de amortiguamiento prevalece la explotación ganadera moldeada en gran medida por métodos de tala y quema de los bosques para la expansión de áreas en pasturas (García *et al.*, 2019).

Frente a esta situación es ineludible la búsqueda y promoción de sistemas ganaderos sustentables que aseguren el bienestar de las familias rurales y la salvaguardia del entorno. La instauración de buenas prácticas ganaderas constituye una estrategia idónea para atenuar los impactos adversos de la ganadería tradicional en el ambiente (Kleppel, 2020). Estas estrategias se enfocan en optimizar la producción animal mientras se minimiza la huella ambiental y se estimula el bienestar de los animales (Lemaire *et al.*, 2014; Tullo *et al.*, 2019; Leong *et al.*, 2020). Estas estrategias incluyen la adopción de sistemas silvopastoriles, que fomentan una

sinergia entre pastizales y árboles, acarreado beneficios tales como el bienestar animal, la salud del suelo, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el incremento en la captura de carbono y el aumento y diversificación de los ingresos (Pezo *et al.*, 2018; José y Dollinger, 2019).

El presente estudio tuvo por finalidad evaluar las prácticas ganaderas que se implementan en las fincas de la zona de amortiguamiento de la RHBRP. Esto permite determinar si existe una relación discernible entre la aplicación de sistemas silvopastoriles y otras buenas prácticas ganaderas con las percepciones que tienen los ganaderos en cuanto a los servicios ecosistémicos brindados por los árboles en sus fincas y en los entornos forestales circundantes.

Materiales y métodos

Ubicación y descripción del área de estudio

Este estudio se lleva a cabo en la zona de amortiguamiento de la Reserva del Hombre y la Biosfera del Río Plátano (RHBRP) en las coordenadas 14° 57'54» y 16° 00'43» latitud norte y 84°11'32» y 85° 31'25» de longitud oeste. En esta zona de la reserva, con una extensión de 117,218.91 ha (ICF, 2013), se estima que se encuentran unas 5600 fincas ganaderas, desde las pequeñas de 4 ha hasta fincas muy grandes de más de 1,000 ha (UNAH 2022; INE 2018). La precipitación anual en la zona oscila entre los 2800 mm y 3000 mm, con una estación lluviosa que se extiende desde mayo hasta diciembre (ICF, 2013). El trabajo de campo se desarrolló al principio de la temporada de lluvias, entre los meses de mayo a julio de 2023.

Antecedentes y selección de fincas

En el contexto de esta investigación, se seleccionó aleatoriamente el 75 % de una población de 20 fincas ganaderas sujetas a intervención por el Proyecto MI Biosfera-Zamorano. Los propietarios de estas fincas, que se identificaron como fincas monitor, han participado de un proceso de capacitación desde el año 2020, abarcando una variedad de tópicos que se relacionan con buenas prácticas ganaderas, tales como pastoreo rotacional, nutrición de rumiantes, control reproductivo, manejo de ordeño y gestión sanitaria, tanto de los animales como higiene de las instalaciones. Adicionalmente, estas fincas recibieron insumos para instaurar un sistema de cercas eléctricas para división de potreros, lo que reduce cada uno de 8-10 a 1-2 mz.

Para propósitos comparativos se seleccionaron otras 15 fincas no intervenidas por el proyecto, con características de estructura y manejo del hato similares a las fincas monitor, las cuales se denominaron fincas control. En la medida de lo posible para este grupo se buscó fincas cuyos propietarios no hubieran participado en eventos capacitación organizados por el Proyecto MI Biosfera-Zamorano. Cabe mencionar que en estas fincas la dimensión de los potreros era similar a la de las fincas monitor antes del inicio del proyecto.

En ambos grupos de fincas, el hato estaba dividido en grupos de vacas lactantes (de 20 a 30 animales) acompañados por sus terneros y uno o dos toros. Por aparte, en potreros más alejados, generalmente cerca de las zonas montañosas, los cuales no fueron parte de este estudio, se

manejaban los grupos de terneros destetados y novillos para ser vendidos a desarrolladores/engordadores y el grupo de vacas secas y novillas (*ganado horro*).

Métodos y herramientas para obtener datos

Con el fin de estandarizar las evaluaciones de campo, se desarrolló una plantilla que abarca 12 prácticas para evaluar aspectos agrupados en bienestar animal, gestión de las actividades ganaderas-productivas, pasturas y árboles en los potreros y la protección ambiental (ver la Tabla 1). Cada práctica incluyó indicadores que se evaluaron mediante respuestas cerradas con una lógica ordinal asociada a su implementación, mala, regular y buena, bajo los estándares de buenas prácticas ganaderas. Todos los indicadores se evaluaron por medio de observación directa, complementada con entrevistas no estructuradas que se realizaron tanto al propietario de la finca como a sus trabajadores.

Para evaluar el nivel de degradación, se adoptó la escala propuesta por Betancourt *et al.* (2007), basada en especies palatables, malezas, cobertura herbácea y erosión como indicadores. En cada finca se seleccionaron tres potreros representativos según el criterio del productor (alta, media y baja calidad para pastoreo). En los potreros, se trazaron tres transectos: 50-100 m en las fincas monitor y 150-300 m en las fincas control (debido a su mayor tamaño). Cada transecto tenía cinco puntos de muestreo al azar (Danzhalova *et al.*, 2012) en los que se evaluaron visualmente en marcos de 1 m².

Tabla 1

Grupos de prácticas y sus respectivos indicadores para la evaluación observacional del estado actual con criterios de buenas prácticas y sistemas silvopastoriles

Grupo	Práctica	indicadores
bienestar animal	1. Provisión de agua para animales	1.1 Aspecto del agua (limpieza, color y olor) disponible en los potreros 1.2 Aspecto del agua (limpieza, color y olor) disponible en los potreros 1.3 Cantidad de agua disponible para bebida de los animales.
	2. Programa sanitario	2.1 Tipo de vacunas aplicadas 2.2 Frecuencia de baños y desparasitación 2.3 Tratamiento de enfermedades infecciosas
Manejo de las actividades ganaderas-productivas	3. Manejo de desechos	3.1 Aprovechamiento de excretas 3.2 Presencia de desechos sólidos en potreros (plásticos con riesgo de ingerirse por los animales) 3.3 Manejo de desechos líquidos provenientes de la producción de derivados lácteos

	4. Registros e información	4.1 registro de animales (ID, trazabilidad y genealogía) 4.2 Alimentación 4.3 Eventos reproductivos
	5. Suplementación	5.1 Suplemento energético-proteico 5.2 Suplementos minerales 5.3 Suplementación adicional de vacas en gestación y parto
	6. Control reproductivo	6.1 Detección de celo y control de monta 6.2 Utiliza palpación 6.3 Asistencia en el parto
	7. Control de ordeño	7.1 limpieza de área de ordeño 7.2 Infraestructura para ordeño 7.3 Rutina de ordeño (limpieza de ubres, manos, etc.) 7.4 Pruebas de detección de mastitis subclínica 7.5 Aplica control de mastitis subclínica
Pasturas y árboles en potreros	8. Nivel de la degradación	8.1 Especies palatables 8.2 Presencia de malezas 8.3 Cobertura herbácea 8.4 Condición de erosión
	9. Cercas vivas	9.1 Presencia de cercas vivas en potreros 9.2 Manejo de cercas vivas 9.3 Estructura de cercas vivas
	10. Árboles dispersos	10.1 Árboles por potrero
Protección ambiental	11. Conservación del ecosistema	11.1 Protección de áreas boscosas naturales 11.2 Contaminación de fuentes de agua 11.3 Protección de la fauna silvestre
	12. Restauración de áreas boscosas	12.1 Plantaciones forestales 12.2 Regeneración de árboles en potreros 12.3 Regeneración cerca de fuentes de agua

Con respecto a la percepción sobre los servicios ecosistémicos, se realizaron 30 entrevistas (un representante por cada finca), aplicando el método Delphi para el proceso de jerarquía (Roy *et al.*, 2014). En la primera ronda se efectuó una entrevista abierta para indagar sobre los beneficios percibidos por los productores que se relacionan con el componente arbóreo. En la segunda ronda se presentaron a las personas entrevistadas seis servicios ecosistémicos, tres orientados a la producción: madera y postes, agua para producción y sombra para los animales. Y tres orientados a la conservación: biodiversidad, oxígeno y recreación, con el propósito de determinar si ya los habían considerado como beneficios. Este enfoque tuvo como objetivo evitar influir en las respuestas y prevenir una sobrevaloración.

Los datos que se obtienen, tanto de las evaluaciones como de las percepciones fueron tratados estadísticamente con tablas de contingencia analizadas con el valor de p del Chi cuadrado (χ^2). Lo anterior tiene el fin de buscar una asociación entre los indicadores que evalúan cada práctica y la intervención o no del Proyecto MI Biosfera-Zamorano. Para las variables que mostraron asociación se realizaron análisis de correspondencia visualizadas con el gráfico biplot usando el programa estadístico InfoStat® versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Por otro lado, se emplearon las mismas herramientas estadísticas para analizar las sinergias entre evaluaciones y percepciones, pero con el objetivo primordial de evaluar la asociación entre la adopción de buenas prácticas y las percepciones que se relacionan con los servicios ecosistémicos. Es decir, se buscó determinar si existe alguna influencia en cómo los productores perciben los servicios ecosistémicos cuando implementan buenas prácticas ganaderas. Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron como criterios de clasificación tanto la ronda en la que se identificó cada servicio ecosistémico (si se identificó) como los indicadores asociados a cada práctica.

Es importante destacar que las comparaciones se llevaron a cabo entre los servicios ecosistémicos orientados a la producción y los grupos que se relacionan con el bienestar animal y la gestión de actividades ganaderas y productivas. Asimismo, se compararon los servicios orientados a la conservación con los grupos que se relacionan con pasturas, árboles en potreros y la protección ambiental. Se incluyeron indicadores del estado de degradación en ambas comparaciones, debido a que estos guardan una correspondencia significativa, tanto con la producción como con el ambiente.

Resultados

Evaluación de prácticas ganaderas

Se procedió al análisis de los datos recopilados en el campo mediante tablas de contingencia para cada indicador, siguiendo la orientación del valor p obtenido del estadístico Chi cuadrado (χ^2). Para el grupo de prácticas que se relacionan con el bienestar animal los resultados señalan una asociación en solo el 33 % de los indicadores. Destaca el indicador relacionado con el suministro de agua para los animales en los potreros, que exhibe una asociación con el Proyecto MI Biosfera-Zamorano, con un valor $p \leq 0.0340$. Sin embargo, es relevante mencionar que esta asociación puede considerarse débil, ya que se acerca al valor mínimo de $p (\leq 0.05)$. En contraste, se observa una asociación más sólida para los casos de frecuencia de baños y desparasitación. En un 87 % de las fincas monitor estas prácticas se llevan a cabo de acuerdo con la incidencia y el tipo de parásito, mientras que en el 80 % de las fincas control estas prácticas se realizan de manera programada, generalmente dos veces por mes, sin considerar las condiciones específicas de infestación.

En cuanto a las prácticas que se relacionan con el manejo ganadero y otras actividades productivas, no se observó asociación en ninguno de los cinco indicadores que se utilizan para evaluar la práctica del control de ordeño. Esto indica que tanto en las fincas monitor como en las fincas control, las prácticas asociadas al ordeño no difieren entre ambos tipos de finca. En

ambos grupos de fincas hay un manejo de ordeño deficiente, como la falta de lavado de la ubre y de las manos del operador, poco cuidado de la higiene del área y equipo de ordeño. Además, el área de ordeño posee techo, pero con piso de tierra, y no se realizan pruebas de mastitis subclínica, lo que propicia que se trate la enfermedad solo cuando se alcanza el nivel clínico, lo cual crea riesgos de pérdida de pezones en las vacas.

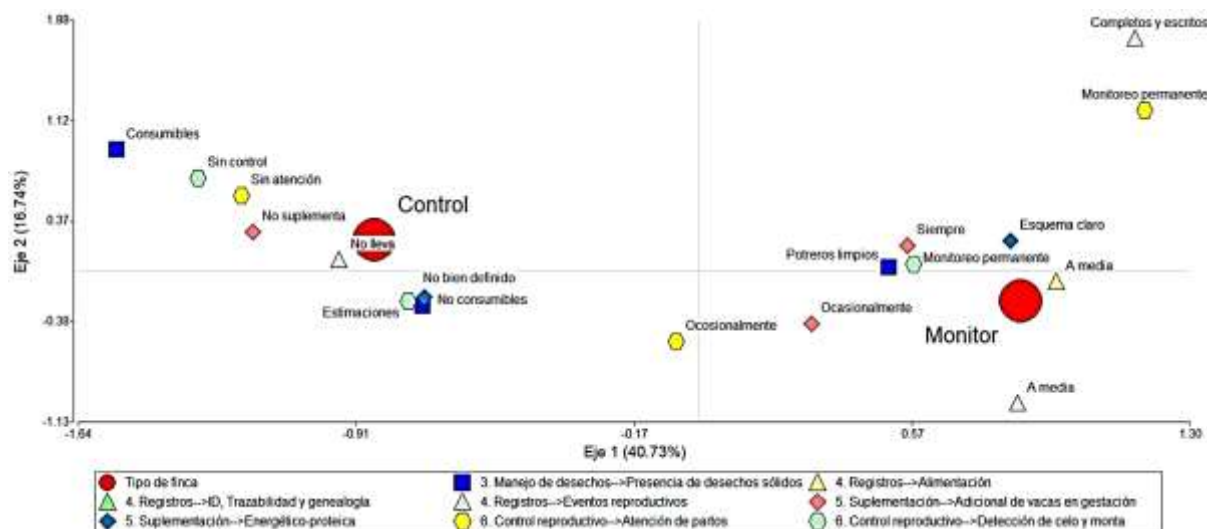


Figura 1

Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia de los indicadores que presentaron asociación para las prácticas asociadas al grupo de manejo de actividades ganaderas y productivas

En términos generales, las prácticas ganaderas más favorables están más vinculadas a las fincas monitor (ver la Figura 1). Las prácticas asociadas al buen manejo de los desechos, como la presencia de potreros limpios se asocia con las fincas monitor, mientras que las fincas control se relacionan con la presencia de desechos de plásticos en los potreros, los que crean riesgo para la salud de los animales. La práctica de llevar registros adquiere importancia en las fincas monitor, aunque todavía requiere mejoras, ya que los registros se mantienen de manera incompleta y no están organizados adecuadamente.

En el 80 % de las fincas monitor la suplementación energético-proteica sigue un esquema definido. En cambio, el 87 % de las fincas control no cuentan con un esquema definido para la aplicación de esta práctica. Además, no se encontraron relaciones en el caso de la suplementación mineral, ya que prácticamente todas las fincas monitor y control las utilizan. Por último, el control reproductivo es una práctica que ha venido ganando relevancia en las fincas monitor, pues en ellas se lleva un monitoreo permanente para la detección de celo, el control de la monta y la asistencia en los partos cuando lo amerita.

En lo que respecta al conjunto de prácticas que se relacionan con el manejo de las pasturas y de los árboles en los potreros, las fincas monitor presentaron mejores condiciones que las fincas control en términos de una mayor proporción de especies palatables, una menor presencia de malezas, una cobertura herbácea más densa y, prácticamente, ausencia de problemas de erosión (ver la Figura 2).

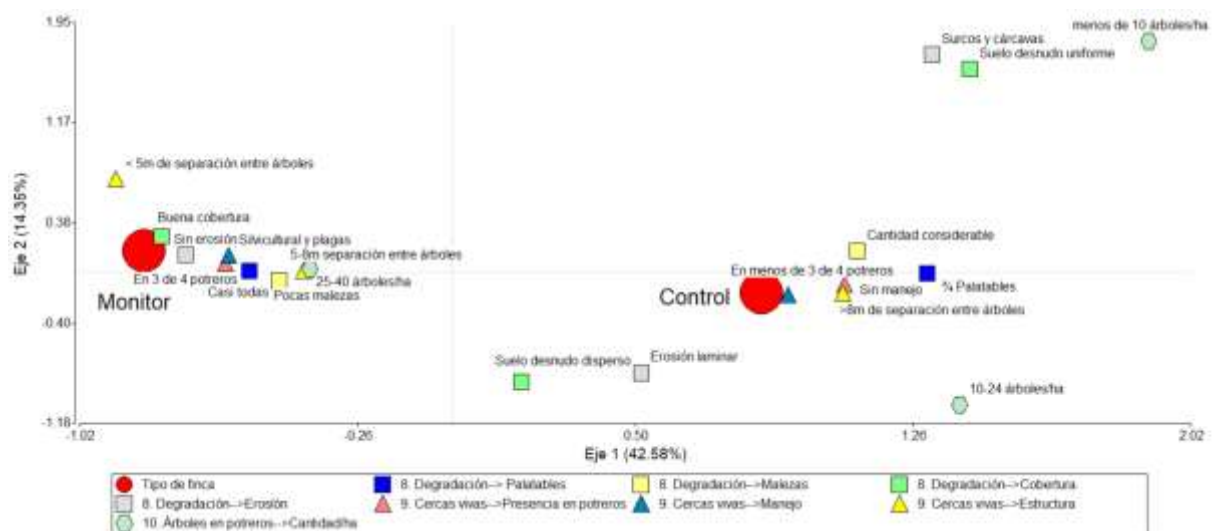


Figura 2

Gráfico bi-plot del análisis de correspondencia de los indicadores que presentaron asociación para las prácticas asociadas al grupo de pasturas y árboles en potreros

De manera similar, en el caso de las cercas vivas y los árboles en los potreros, todos los indicadores muestran mejores condiciones en las fincas monitor que las fincas control. Las fincas monitor presentaron no solo una mayor presencia de cercas vivas en los potreros, sino que también presentaban una mejor estructura y un manejo más adecuado (ver la Figura 2). En cuanto a los árboles en los potreros, en las fincas monitor se estimó que había de 25 a 40 árboles por hectárea (ver la Figura 2). Una condición similar también se observó en el 60 % de las fincas control, mientras que en el 40 % restante la presencia de árboles en potreros fue más baja.

En cuanto a las prácticas que se relacionan con la protección ambiental, la situación no fue tan favorable para las fincas monitor en comparación con las fincas control. Se detectó una asociación muy tenue ($p \leq 0.0418$) solo para uno de los tres indicadores que evalúan la práctica de conservación del ecosistema y en la mayoría de las fincas, independientemente de si eran monitor o control, no se evidenció un enfoque de conservación. Una situación similar se presenta para la práctica de restauración de áreas boscosas, donde los indicadores sugieren que las fincas cuentan con plantaciones forestales, pero su enfoque está orientado hacia la producción de madera y no a la conservación. Si bien en la mayoría de las fincas no se evidencia una actitud destructiva de las áreas de bosque remanente, tampoco implementan acciones significativas para la restauración ambiental.

Percepción sobre servicios ecosistémicos

El análisis de Chi cuadrado (χ^2) solo detectó diferencias entre las fincas monitor y control para dos de los seis servicios ecosistémicos (ver la Tabla 2). Estos dos son: la conservación de la biodiversidad y la recreación, las cuales presentaron características ligeramente más favorables en las fincas monitor. Sin embargo, cabe destacar que esta asociación fue influenciada por un reducido grupo de fincas que identificaron estos servicios en una segunda ronda, pues en la mayoría de las fincas no se identificaron estos servicios ecosistémicos en la

primera ronda de consulta. Estos resultados sugieren la necesidad de incluir el conocimiento y valoración de los servicios ecosistémicos en las agendas de fortalecimiento de las capacidades de las familias productoras, principalmente, si estas abordan temáticas de ganadería sostenible.

Tabla 2

Percepción de los servicios ecosistémicos por los productores de fincas monitor y control, en las diferentes rondas de consulta

Servicios ecosistémicos con enfoque productivo						
<i>Madera y postes</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	14	10	24	3.58	1	0.0585
Segunda ronda	1	5	6			
<i>Agua para producción</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	12	7	19	5.12	2	0.0772
Segunda ronda	3	6	9			
No identificado	0	2	2			
<i>Sombra</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	6	6	12	0.41	2	0.8161
Segunda ronda	7	8	15			
No identificado	2	1	3			
Servicios ecosistémicos con enfoque de conservación						
<i>Conservación de biodiversidad</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	0	1	1	7.29	2	0.0261
Segunda ronda	4	0	4			
No identificado	11	14	25			

<i>Oxígeno</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	1	3	4	2.43	2	0.2971
Segunda ronda	5	2	7			
No identificado	9	10	19			
<i>Recreación</i>	<i>Monitor</i>	<i>Control</i>	<i>Total</i>	<i>Chi²</i>	<i>Gl</i>	<i>P</i>
Primera ronda	0	1	1	8.99		0.0112
Segunda ronda	5	0	5			
No identificado	10	14	24			

Por otro lado, es importante definir que los resultados muestran claramente que los servicios ecosistémicos con un enfoque en la producción como la madera y postes, agua para producción y sombra se identificaron por los productores en una primera ronda. Es decir, logran mencionar estos beneficios del bosque y los árboles en los potreros sin necesidad de que el entrevistador se los mencionara. Esta situación es opuesta a la de los servicios con un enfoque dirigido a la conservación ambiental, los cuales no fueron vistos como un beneficio directo para los productores entrevistados (ver la Figura 3).

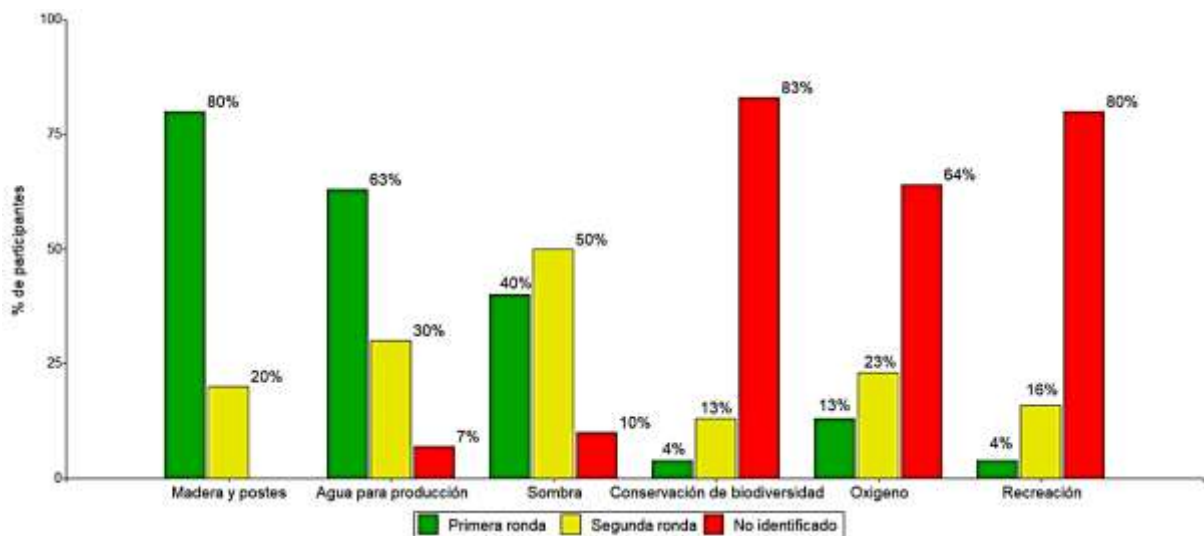


Figura 3

Porcentaje de entrevistados que identificaron los diferentes servicios ecosistémicos en función de la ronda de consulta

Sinergias entre las evaluaciones y percepciones

El análisis del nivel de asociación entre el uso de buenas prácticas ganaderas y la percepción que tienen los productores respecto a los servicios ecosistémicos que estas brindan (ver la Figura 4), evidencia que si bien algunas fincas están implementando buenas prácticas ganaderas, no se dispone de evidencia estadística sólida para afirmar que los productores de esas fincas tengan una mayor capacidad para identificar los servicios ecosistémicos proporcionados por el bosque y la presencia de árboles en los potreros. Tan solo en el 14 % de los indicadores que se evaluaron se encontró alguna asociación y estas asociaciones se presentaron de manera aislada. Es decir, sin una agrupación significativa dentro de una misma práctica. Estos hallazgos resaltan la complejidad y la diversidad de factores que pueden influir en la apreciación y comprensión de los servicios ecosistémicos en el contexto de los sistemas ganaderos.

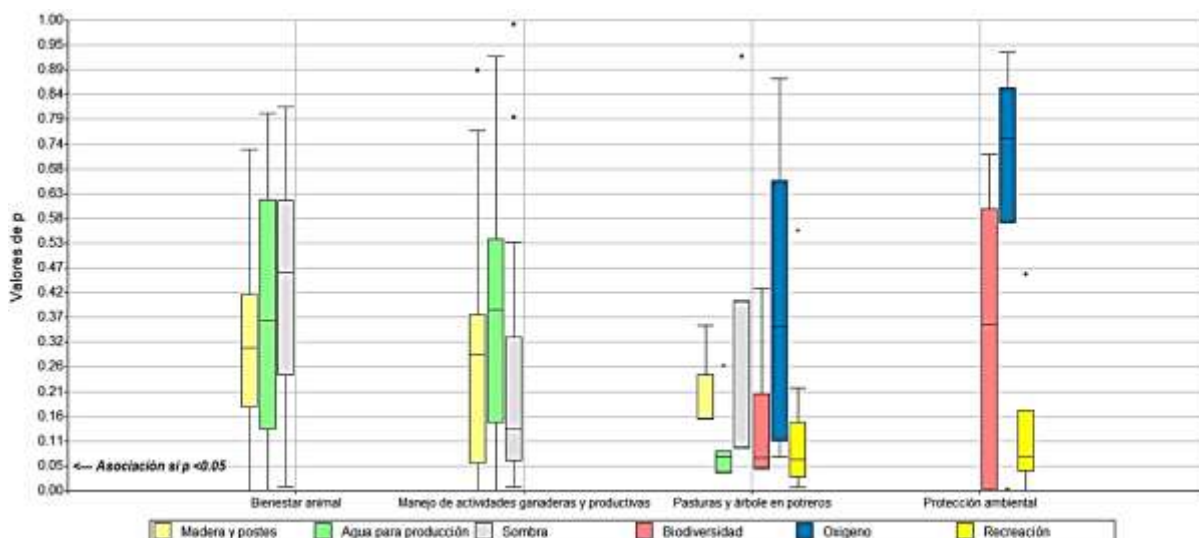


Figura 4

Asociación entre las buenas prácticas ganaderas y la percepción de los servicios ecosistémicos provistos por ellas

Discusión

La evaluación de buenas prácticas en las fincas monitor revela una serie de aspectos positivos que son influenciados de manera favorable por el Proyecto MI Biosfera-Zamorano. Entre los más notables se encuentra la mejoría en la condición de las pasturas, un elemento esencial para el bienestar animal y la sostenibilidad económica de las fincas (Sierra, 2019; Shah *et al.*, 2020). Esta mejora es crucial, ya que las pasturas representan la fuente principal de alimento para el ganado y su escasa disponibilidad afecta negativamente el comportamiento animal (Odadi *et al.*, 2017; Bartley *et al.*, 2010).

Además, la mayoría de las fincas monitor ha implementado un programa sanitario efectivo, con base en el monitoreo del nivel de infestación para tomar decisiones sobre el control de los parásitos. Esto refleja la aplicación de un enfoque más orientado a la identificación y el tratamiento de problemas específicos en lugar de seguir un calendario fijo, lo cual es parte de las buenas prácticas que se recomiendan para el manejo sanitario del hato (N'goran *et al.*, 2021; Income *et al.*, 2021; Kurnianto *et al.*, 2022).

En cuanto al componente arbóreo en las fincas monitor, los resultados de densidad de árboles en potreros son coherentes con los resultados de investigaciones previas que sugieren que mantener de 25 a 40 árboles por hectárea es beneficioso para el bienestar animal, sin afectar negativamente la productividad de las pasturas (Casasola *et al.*, 2005; Martínez-Encino *et al.*, 2013). Aunque no se estimó la cobertura de copa, es de esperar que con esa densidad no se debe superar el 20 %, que se ha definido como crítico para reducir la disponibilidad herbácea y afectar la productividad ganadera (Pezo *et al.*, 2018; Álvarez *et al.*, 2020).

A pesar de estos avances positivos en las fincas monitor, existen áreas que aún requieren mejoras significativas, como la provisión de agua para los animales, pues en varias fincas hay

ausencia de estos en las áreas de ordeño, lo cual debe incidir en el bienestar de las vacas lactantes y la producción de leche (Appuhamy *et al.*, 2016; Bak-Jensen y Vestergaard, 2021; Daros *et al.*, 2019; Cardot *et al.*, 2008). La escasez de fuentes de agua es causa de estrés en los animales y afecta no solo la producción lechera, sino también al ganado de carne (Bica *et al.*, 2021).

Respecto al manejo del ordeño, se observaron deficiencias en las prácticas que se recomiendan de higiene y el control de mastitis, tanto en las fincas monitor como las fincas control. Las pruebas de mastitis subclínica están disponibles comercialmente en Honduras y su aplicación periódica puede ayudar a prevenir pérdidas económicas en tratamientos y disminuir la producción (Wani *et al.*, 2022; Moroni *et al.*, 2018; Vissio *et al.*, 2015). En general, la ausencia de buenas prácticas de ordeño como las evaluadas en este estudio puede afectar la calidad de la leche y, en última instancia, los ingresos de los productores (Friedman y Honig, 2020).

La conservación y restauración de áreas boscosas dentro o cerca de fincas ganaderas también emerge como una preocupación importante. Estas áreas desempeñan un papel clave en el almacenamiento de carbono y la mitigación del cambio climático y su restauración puede contribuir a recuperar servicios ecosistémicos (Aryal *et al.*, 2018; Teague *et al.*, 2019; Kremen y Merenlender, 2018). Es esencial que se priorice esta tarea en una zona de gran importancia ambiental, cultural y económica como la Reserva de la Biosfera del Río Plátano (ICF, 2013).

Además, se identificaron dos áreas significativas para mejorar en las fincas, estas son la gestión de los desechos y la recopilación de datos. Las excretas animales representan un recurso valioso con frecuencia subutilizado, pese a que constituye una estrategia de economía circular (Gupta *et al.*, 2016; Herrero *et al.*, 2018). Sin embargo, en las fincas que se estudian prácticamente la única alternativa es la recolección y uso de las excretas colectadas en el área de ordeño, a menos que por razones de seguridad los animales se guarden por la noche en corrales. Por otro lado, el contar con un sistema de registro de datos de los animales, costos e ingresos en el ámbito de finca es fundamental para la toma de decisiones en la gestión ganadera (Bahlo *et al.*, 2019; Verbeke, 2001).

En cuanto a las percepciones de los productores sobre los servicios ecosistémicos provistos por las fincas, estas reflejan una tendencia común donde los agricultores suelen valorar los beneficios directos, como la madera que obtienen de los árboles (Feintrenie *et al.*, 2019; Cifuentes-Espinosa *et al.*, 2021) o la provisión de sombra y su contribución al balance hídrico (Röhrig *et al.*, 2020; Feurer *et al.*, 2019). Estos resultados se alinean con los resultados de otros estudios (Csurgó y Smith, 2021) donde se encontró una mayor valoración de productos tangibles provistos por los árboles como la madera y la leña.

Por otro lado, la menor identificación y valoración de los servicios que se relacionan con la conservación ambiental y aspectos estéticos ha sido detectado también en otros estudios (Rizo-Chavarría *et al.*, 2022). Leroy *et al.* (2018) sugieren que esto se debe a que en los países en desarrollo faltan políticas orientadas al reconocimiento formal de los servicios ecosistémicos intangibles provistos por las fincas ganaderas. En ese contexto, urgen esfuerzos para promover que los productores ganaderos perciban la contribución de sus sistemas a la conservación de los

recursos naturales y que en presencia de incentivos pueden generar beneficios económicos y sociales a largo plazo (Gómez-Baggethun y Barton, 2013; Smith *et al.*, 2014; Lin *et al.*, 2015; Benavides *et al.*, 2019).

Una estrategia que ha tenido éxito en algunos países, como Costa Rica, para promover la conservación y la adopción de sistemas silvopastoriles es la implementación de esquemas de pagos por servicios ambientales (PSA) (Rasch *et al.*, 2021; Ibrahim *et al.*, 2010; Montagnini y Finney, 2011; FAO 2020). Sin embargo, estas estrategias aún no se han implementado en Honduras.

Por último, si bien la investigación sobre las sinergias entre la percepción de servicios ecosistémicos y las buenas prácticas ganaderas es limitada, es evidente que la adopción de prácticas de ganadería sostenible puede generar una variedad de servicios ecosistémicos que los productores llegan a percibir. Esta relación positiva entre prácticas sostenibles y servicios ecosistémicos ha sido respaldada por investigaciones previas (Leroy *et al.*, 2018; Balvanera, 2012; Gourdine *et al.*, 2021). Por ejemplo, Modernel *et al.* (2016) destacan que la diversificación de los regímenes de pastoreo, lo que incluye áreas naturales como humedales, leguminosas y zonas boscosas, puede aumentar tanto la producción ganadera como la provisión de servicios ecosistémicos. Además, Teague y Kreuter (2020) han cuantificado el aumento en servicios ecosistémicos esenciales, como la formación del suelo, la infiltración de agua, el secuestro de carbono, la disponibilidad de nutrientes, la biodiversidad y el hábitat de la vida silvestre, cuando se mejora la gestión del pastoreo, lo que resulta no solo en una mayor estabilidad de los ecosistemas, sino también en una economía más resiliente.

Sin embargo, a pesar de los beneficios ambientales y económicos evidentes de las prácticas ganaderas sostenibles, existen desafíos y limitaciones. Rizo-Chavarría *et al.* (2021) señalan restricciones económicas y la falta de capacitación como obstáculos para la adopción de sistemas silvopastoriles, a pesar de que los productores reconocen los múltiples beneficios de los árboles en estos sistemas.

En resumen, la implementación de buenas prácticas ganaderas se presenta como una herramienta eficaz para fomentar la conservación y restauración de ecosistemas en el ámbito global (Franzluebbers *et al.*, 2012). Esto no solo permite a los productores percibir mayores beneficios de las prácticas que se implementan, sino que también asegura mejoras continuas a través del tiempo (Bherwani *et al.*, 2020). La sinergia entre prácticas sostenibles y servicios ecosistémicos ofrece oportunidades significativas, tanto para la sostenibilidad ambiental como para el bienestar económico de los productores ganaderos y de las comunidades rurales a las que pertenecen.

Conclusiones y recomendaciones

1. La implementación de buenas prácticas ganaderas no parece estar directamente relacionada con una mayor capacidad de los productores para identificar y comprender los servicios ecosistémicos proporcionados por el entorno natural. Esto sugiere la necesidad de implementar acciones de sensibilización y educación ambiental entre los

ganaderos sobre la importancia de los servicios ecosistémicos provistos por sus actividades.

2. A pesar de la falta de asociación entre las prácticas ganaderas y la identificación de servicios ecosistémicos, se destaca que algunas fincas muestran un enfoque más sostenible en sus prácticas, lo que sugiere que existen oportunidades para fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en las fincas ganaderas de la RHBRP.
3. Se requiere promover políticas públicas que contribuyan a generar condiciones habilitadoras para la adopción de buenas prácticas ganaderas que impliquen incrementar la generación de servicios ecosistémicos en las fincas ganaderas de la RHBRP.

Referencias bibliográficas

- Acosta, A; Ibrahim, M; Pezo, D. 2014. Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente. In: T. Díaz y A. Acosta (eds.). Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible del Sector Ganadero. FAO, Oficina Subregional para América Central. Santiago, Chile. Pp. 45-65.
- Álvarez, F; Casanoves, F; Suárez, JC; Pezo, D. 2020. The effect of different levels of tree cover on milk production in dual-purpose livestock systems in the humid tropics of the Colombian Amazon region. *Agroforest Syst* 95:93-10. DOI: 10.1007/s10457-020-00566-7.
- Appuhamy, JA; Judy, JV; Kebreab, E; Kononoff, PJ. 2016. Prediction of drinking water intake by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99(9):7191-7205. DOI: 10.3168/jds.2016-10950.
- Aryal, R;Gómez, G; García, C; Ruiz, O; Molina, P; Jiménez, T; Venega, V; Pinto, R; Ley de Coss, A; Guevara, H. 2018. Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(48):150-180. DOI: 10.29298/rmcf.v8i48.184.
- Bahlo, C; Dahlhaus, P; Thompson, H; Trotter, M. 2019. The role of interoperable data standards in precision livestock farming in extensive livestock systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 156:459-466. DOI: 10.1016/j.compag.2018.12.007.
- Bak-Jensen, M; Vestergaard, M. 2021. Invited review: Freedom from thirst—Do dairy cows and calves have sufficient access to drinking water? *J. Dairy Sci.* 104(11):11368-11385. DOI: 10.3168/jds.2021-20487.
- Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21(1-2):136-147.
- Bartley, R; Corfield, JP; Abbott, BN; Hawdon, AA; Wilkinson, SN; Nelson, B. 2010. Impacts of improved grazing land management on sediment yields, Part 1: Hillslope processes. *Journal of Hydrology* 389(4):237-248. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2010.05.002.

- Benavides, R; Douglas, GB; Osoro, K. 2009. Silvopastoralism in New Zealand: review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. *Agroforest Syst* 76:327–350. DOI: 10.1007/s10457-008-9186-6.
- Betancourt, H; Pezo, DA; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. *Pastos y Forrajes* 30(1):169-175.
- Bherwani, H; Nair, M; Kapley, A; Kumar, R. 2020. Valuation of ecosystem services and environmental damages: An imperative tool for decision making and sustainability. *European Journal of Sustainable Development Research* 4(4):em0133. <https://doi.org/10.29333/ejosdr/8321>
- Bica, GS; Pinheir, LC; Teixeira, DL. 2021 Beef cattle on pasture have better performance when supplied with water trough than pond. *Front Vet Sci* 8(616904). DOI: 10.3389/fvets.2021.616904.
- Cardot, V; Roux, YL; Jurjanz, S. 2008. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. *J. Dairy Sci.* 91:2257-2264. DOI: 10.3168/jds.2007-0204.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Barrantes, J. 2005. Los árboles en los potreros. Serie Cuadernos de Campo. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Banco Mundial y CATIE. Managua, Nicaragua. 19 p.
- Cifuentes-Espinosa, JA; Feintrenie, L; Gutiérrez-Montes, I; Sibelet, N. 2021. Ecosystem services and gender in rural areas of Nicaragua: Different perceptions about the landscape. *Ecosystem Services* 50(101294). DOI: 10.1016/j.ecoser.2021.101294.
- Csurgó, B; Smith, MK. 2021. The value of cultural ecosystem services in a rural landscape context. *Journal of Rural Studies*, 86:76-86.
- Danzhalova, E; Bazha, S; Gunin, P; Drobyshev, Y; Kazantseva, T; Prischepa, A; Slemnev, N; Erdenegerel, A. 2012. Indicators of pasture digression in steppe ecosystems of Mongolia. *Erforsch. Biol. Ress. Mongolei* (12): 297–306.
- Daros, R; Bran, JA.; Hotzel, MJ; von Keyserlingk, MAG. 2019. Readily available water access is associated with greater milk production in grazing dairy herds. *Animals* 9(2). DOI: 10.3390/ani9020048.
- Derlagen, C; De Salvo, CP; Yerovi, JJE; Pierre, G. 2019. Análisis de políticas agropecuarias en Honduras Vol. 787. Inter-American Development Bank.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

- FAO. 2020. Biodiversity and the livestock sector – Guidelines for quantitative assessment – Version 1. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). DOI: 10.4060/ca9295en.
- Feintrenie L; Dos Santos-Moreira N; Bustillo-Vazquez E; Sibelet N; Gutiérrez-Montes I; Vermeulen C. 2019. Forest or agroforestry systems, farmers value trees for ecosystem services provision in Nicaragua. World Congress on Agroforestry: strengthening links between science, society and policy. Montpellier (France) 20 - 22 de may, 2019.
- Feurer, M; Heinemann, A; Schneider, F; Jurt, C; Myint, W; Zaehring, JG. 2019. Local perspectives on ecosystem service trade-offs in a forest frontier landscape in Myanmar. *Land* 8(45). DOI: 10.3390/land8030045.
- Franzluebbers, AJ; Paine, LK; Winsten, JR; Krome, M; Sanderson, MA; Ogles, K; Thompson, D. 2012. Well-managed grazing systems: A forgotten hero of conservation. *Journal of Soil and Water Conservation* 67(4):100A-104A.
- Fraser, EA. 2003. Conservation versus survival: a cultural ecological study of changing settlement patterns, cultures, and land use in the Rio Platano Biosphere Reserve of northeast Honduras. Doctoral Dissertations, Louisiana State University.
- Friedman, S; Honig, H. 2020. Veterinary care, milking routine and animal welfare-Present and future in the Israeli dairy sector. *Israel Journal of Veterinary Medicine* 75(4):177-184.
- García, E; Siles, P; Eash, L; van der Hoek, R; Kearney, S; Smukler, S; Fonte, S. 2019. Participatory evaluation of improved grasses and forage legumes for smallholder livestock production in Central America. *Experimental Agriculture* 55(5):776-792. DOI:10.1017/S0014479718000364.
- Gómez-Baggethun, E; Barton, DN. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86, 235-245. DOI: 10.1016/j.ecolecon.° 2012.08.019.
- Gourdine, JL; Fourcot, A; Lefloch, C; Naves, M; Alexandre, G. 2021. Assessment of ecosystem services provided by livestock agroecosystems in the tropics: a case study of tropical island environment of Guadeloupe. *Tropical Animal Health and Production* 53:1-14.
- Grossi, G; Goglio, P; Vitali, A; Williams, AG. 2019. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers* 9(1):69-76. DOI: 10.1093/af/vfy034.
- Gupta, KK.; Aneja, KR; Rana, D. 2016. Current status of cow dung as a bioresource for sustainable development. *Bioresources and Bioprocessing* 3(28). DOI: 10.1186/s40643-016-0105-9.

- Herrero, M; Grace, D; Njuki, J; Johnson, N; Enahoro, D; Silvestri, S; Rufino, MC. 2013. The roles of livestock in developing countries. *animal*, 7(s1), 3-18. DOI: 10.1017/S1751731112001954.
- Herrero, MA; Palhares, JC; Salazar, FJ; Charlón, V; Tieri, MP; Pereyra AM. 2018. Dairy manure management perceptions and needs in South American countries. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2:22. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00022>
- Ibrahim, M; Porro, R; Martins, RM. 2010. Deforestation and livestock expansion in the Brazilian Legal Amazon and Costa Rica: Drivers, environmental degradation, and policies for sustainable land management. In: Gerber, P; Mooney, H; Dijkman, H; Tarawali, S; de Haan, C. *Livestock in a Changing Landscape*. Vol. 2. Island Press. Washington DC, USA. Pp. 74-95.
- Income, N; Tongshoob, J; Taksinoros, S; Adisakwattana, P; Rotejanaprasert, C; Maneekan, P; Kosoltanapiwat, N. 2021. Helminth infections in cattle and goats in Kanchanaburi, Thailand, with focus on strongyle nematode infections. *Veterinary sciences*, 8(12). DOI: 10.3390/vetsci8120324.
- Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF). 2013. Plan de Manejo Reserva del Hombre y la Biosfera del Rio Plátano (2013-2025). 225p.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2018. Indicadores municipales. Dulce Nombre de Culmí, Olancho. Tegucigalpa, M.D.C.
- IPCC. 2013. Summary for policymakers. In: Stocker, TF; Qin, D; Plattner, GK; Tignor, M; Allen, SK; Boschung, J; Nauels, A; Xia, Y; Bex, V; Midgley, PM. *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press 1535 p.
- Jose, S; Dollinger, J. 2019. Silvopasture: a sustainable livestock production system. *Agroforest Syst* 93:1-9. DOI: 10.1007/s10457-019-00366-8.
- Kleppel, GS. 2020. Do differences in livestock management practices influence environmental impacts? *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4(141). DOI: 10.3389/fsufs.2020.00141.
- Kremen, C; Merenlender, AM. 2018. Landscapes that work for biodiversity and people. *Science* 362, 304:1-9. DOI: DOI: 10.1126/science.aau6020.
- Kurnianto, H.; Ramanoon, S. Z.; Aziz, N. A. A.; Indarjulianto, S. 2022. Prevalence, risk factors, and infection intensity of fasciolosis in dairy cattle in Boyolali, Indonesia. *Veterinary World*, 15(6):1438-1448. DOI: 10.14202/vetworld.2022.1438-1448.
- Lemaire, G, Franzluebbbers, A, de Faccio Carvalho, P C, Dedieu, B. 2014. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and

- environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190:4-8.
DOI:10.1016/j.agee.2013.08.009.
- Leong, WH; Teh, SY; Hossain, MM; Nadarajaw, T; Zabidi-Hussin, Z; Chin, SY; Lim, SHE. 2020. Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). *Journal of environmental management* 260(109987). DOI: 10.1016/j.jenvman.° 2019.109987.
- Leroy, G.; Hoffmann¹, I.; From, T.; Hiemstra, S.J.; Gandini, G. 2018. Perception of livestock ecosystem services in grazing areas. *Animal* 12(12):2627-2638. DOI: 10.1017/S1751731118001027.
- Lin, BB; Philpott, SM; Jha, S. 2015. The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *BAAE-50855*:1-13.
DOI:10.1016/j.baae.2015.01.005.
- Martínez-Encino, C; Villanueva-López, G; Casanova-Lugo, F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México. *Agrociencia*, 47(5):483-496.
- Modernel, P; Rossing, WA; Corbeels, M; Dogliotti, S; Picasso, V; Tiftonell, P. 2016. Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. *Environmental Research Letters* 11(11), 113002.
- Montagnini, F; Finney, C. 2011. Payments for environmental services in Latin America as a tool for restoration and rural development. *AMBIO* 40:285–297. DOI: 10.1007/s13280-010-0114-4.
- Moroni, P; Nydam, DV; Ospina, PA; Scillieri-Smith, JC; Virkler, PD; Watters, RD; Welcome, F; Zurakowski, M; Ducharme, NG; Yeager, AE. 2018. Diseases of the teats and udder. In; Simon, F.P.; Divers, T.J. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle (Third Edition)*. Elsevier 389-465. DOI: 10.1016/B978-0-323-39055-2.00008-5.
- N'goran, KE; Loukou, E; Sonan, KH; Yao, FA. 2021. Sensitivity of cattle genetic types to tick species infestations at the Yamoussoukro Dairy Station. *Haya Saudi J Life Sci* 6(12):329-339. DOI: 10.36348/sjls.2021.v06i12.006.
- Odadi, WO; Fargione, J; Rubenstein, DI. 2017. Vegetation, wildlife, and livestock responses to planned grazing management in an African pastoral landscape. *Land Degradation & Development* 28(7):2030-2038. DOI: 10.1002/ldr.2725.
- Pezo, D; Ríos, N; Ibrahim, M; Gómez, M. 2018. Silvopastoral systems for intensifying cattle production and enhancing forest cover: The case of Costa Rica. *LEAVES, Background Paper. PROFOR*. World Bank, Washington DC, USA. 76 p.
- Rasch, S; Wünsch, T; Casasola, F; Ibrahim, M; Storm, H. 2021. Permanence of PES and the role of social context in the Regional Integrated Silvo-pastoral Ecosystem Management

- Project in Costa Rica. *Ecological Economics* 185(2021). DOI: 10.1016/j.ecolecon.° 2021.107027.
- Rizo-Chavarría, C; Cascante-Carvajal, C; Imbach-Hermida, A; Tobar- López, D. 2022. Percepción de productores ganaderos sobre la provisión de servicios ecosistémicos en la actividad ganadera Esparza, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 19(45):38-46. DOI: 10.18845/rfmk.v19i45.6324.
- Röhrig, N; Hassler, M; Roesler, T. 2020. Capturing the value of ecosystem services from silvopastoral systems: Perceptions from selected Italian farms. *Ecosystem Services* 44(101152). DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101152.
- Roy, R; Chan, NW; Ahmed, QN. 2014. A Delphi study to determine sustainability factors: The case of rice farming in Bangladesh. *Journal of Sustainability Science and Management* 9(1):56-68.
- Shah, AM; Ma, J, Wang, Z; Zou, H; Hu, R; Peng, Q. 2020. Betaine supplementation improves the production performance, rumen fermentation, and antioxidant profile of dairy cows in heat stress. *Animals* 10(4). DOI: 10.3390/ani10040634.
- Sierra, CA. 2019. Indicadores de bienestar en bovinos del trópico: una visión desde el estrés y el eje hipotalámico-pituitario-adrenal. *Revista Veterinaria* 30(2):101-114. DOI: 10.30972/vet.3024143.
- Smith, P; Haberl, H; Popp, A; Erb, KH; Lauk, C; Harper, R; Tubiello, uk; , Siqueira Pinto, A; Jafari, A; Sohi, S; Maser, O; Bottcher, H; Berndes, G; Bustamante, B; Ahammad, H; Clark, A; Dong, H; Elsiddig, EA; Mbow, C; Ravindranath, NH; Rice, W; Abad, C; Romanovskaya, A; Sperling, F; Herrero, M; Rosa, FN. 2014. How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? *Global Change Biology* 20(7):2105-2118. DOI: 10.1111/gcb.12160.
- Teague, WR; Apfelbaum, S; Lal, R; Kreuter, UP; Rowntree, J; Davies, CA; Conser, R; Rasmussen, ML; Hatfield, JL; Wang, T; Wang, F; Byck, P. 2019. The role of ruminants in reducing agriculture's carbon footprint in North America. *Journal of Soil and Water Conservation* 74(2):156-164. DOI: 10.2489/jswc.71.2.156.
- Tullo, E, Finzi, A, Guarino, M. 2019. Environmental impact of livestock farming and precision livestock farming as a mitigation strategy. *Science of the Total Environment* 650:2751-2760. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.018.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras. 2022. Perfil Sociodemográfico de Dulce Nombre de Culmí, Olancho 2022. Tegucigalpa: IIES-UNAH.
- Verbeke, W. 2001. The emerging role of traceability and information in demand-oriented livestock production. *Agriculture* 30(4):249–255.

- Vissio, C; Agüero, DA; Raspanti, CG; Odierno, LM; Larriestra, AJ. 2015. Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. Arch. Med. Veter. 47(1):7-14.
- Wani, SA; Haq, U; Parray, OR; Ul, Q; Nazir, A; Mushtaq, M; Bhat, RA; Parrah, J; Chakraborty, S; Yattoo, MI; Dhama, K. 2022. A brief analysis of economic losses due to mastitis in dairy cattle. Indian Vet. J. 90:27-31.

Anexos

Anexo 1. Cuadro con indicadores y respuestas para evaluar los grupos de prácticas bienestar animal y manejo de actividades ganaderas

Grupo	Práctica	indicador	Respuesta
Bienestar animal	1. Provisión de agua para animales	Aspecto del agua (limpieza, color y olor) de agua en establo	Buena (3) Regular (2) Mala/No hay (1)
		Aspecto del agua (limpieza, color y olor) de agua en potreros	Buena (3) Regular (2) Mala/No hay (1)
		Cantidad de agua disponible para bebida de los animales	Abundante (3) Regular (2) Deficiente/No hay (1)
	2. Programa sanitario	Tipo de vacunas aplicadas	Rabia+Clostridiales (3) 1 de 2 (2) No vacuna (1)
		Frecuencia de baños y desparasitación	De acuerdo con incidencia (3) Calendarizada (2) No aplica (1)
	Tratamiento de enfermedades infecciosas	Con prescripción (3) Sin prescripción (2) No trata (1)	
Manejo de las actividades	3. Manejo de desechos	Aprovechamiento de excretas	Uso productivo (3) Desechado sin impacto ambiental (2) Desech. Contaminante (1)

ganaderas-
productivas

	Presencia de desechos sólidos en potreros (plásticos consumibles)	Potreros limpios (3) No consumibles (2) Consumibles (1)
	Manejo de desechos líquidos en producción de derivados lácteos	Uso productivo (3) Desechado sin impacto ambiental (2) Desech. Contaminante (1)
4. Registros e información	Registro de animales (ID, Trazabilidad y genealogía)	Completos y escritos (3) A medias (2) No lleva (1)
	Alimentación	Completos y escritos (3) A medias (2) No lleva (1)
	Eventos reproductivos	Completos y escritos (3) A medias (2) No lleva (1)
5. Suplementación	Suplemento energético-proteica	Esquema claro (3) No definido (2) No suplementa (1)
	Suplementos minerales	Sales minerales (3) Solo sal común (2) No suplementa (1)
	Suplementación adicional de vacas en gestación y periparto	Siempre (3) Ocasionalmente (2) No suplementa (1)
6. Control reproductivo	Detección de celo y control de monta	Monitoreo permanente (3) Estimaciones (2) Sin control (1)
	Utiliza diagnósticos reproductivos (palpación)	Siempre (3) Ocasionalmente (2) No hace (1)

	Atención de partos	Monitoreo y asistencia (3) Solo monitoreo (2) Sin atención (1)
7. Control de ordeño	Limpieza de área de ordeño	Buena (3) Regular (2) Mala (1)
	Infraestructura para ordeño	Galera/piso concreto (3) Galera/piso tierra (2) Aire libre (1)
	Rutina de ordeño (limpieza de ubres, de manos, etc.)	Bajo protocolo (3) A medias (2) Sin rutina (1)
	Pruebas de detección de mastitis subclínica	Periódicamente (3) En ocasiones (2) Nunca (1)
	Atención a mastitis detectada	A nivel subclínico (3) Clínico (2) No atiende (1)

Anexo 2. Cuadro con indicadores y respuestas para evaluar los grupos de prácticas pasturas y árboles en potrero y protección ambiental

Grupo	Práctica	indicador	Respuesta
Pasturas y árboles en potreros	8. Control de la degradación	Especies palatables	Casi todas (3) $\frac{3}{4}$ Palatables (2) Menos de la mitad (1)
		Control de malezas	Pocas malezas (3) Cantidad de malezas considerables (2) Muchas malezas (1)
		Cobertura herbácea	Buena cobertura (3) Suelo desnudo disperso (2) SD uniforme (1)
		Estado del suelo	Bueno (3) Erosión laminar (2) Surcos y cárcavas (1)
	9. Cercas vivas	Presencia de cercas vivas en potreros	En al menos 4 de 3 (3) En menos de 4 de 3 (2) No hay (1)
		Manejo de Cercas vivas	Silvicultural y plagas (3) Sin manejo (2) No hay (1)
		Estructura de cercas vivas	Menos de 5 m de separación entre árboles (3) 5-8 m separación entre árboles (2) Más de 8 m/No hay (1)
	10. Árboles dispersos	Cantidad de árboles por hectárea	25-40 árboles/ha (3) 10-24 árboles/ha (2) menos de 10 árboles/ha (1)

Protección ambiental	11. Conservación del ecosistema	Contaminación de fuentes de agua	Enfoque de conservación (3) Contaminación común por paso de ganado (2) Desechos lácteos y varios en fuentes (1)
		Protección de la fauna silvestre	Enfoque de conservación (3) Casería esporádica a especies no protegidas (2) Casería a especies protegidas (1)
	12. Restauración de áreas boscosas	Plantaciones forestales	Plantaciones de regeneración (3) Plantaciones para futuro aprovechamiento (2) No hay plantaciones (1)
		Regeneración de árboles en potreros	Plantación de regeneración (3) Conserva regeneración natural, aunque no planta (2) No hay regeneración (1)
		Regeneración cerca de fuentes agua	Plantación de regeneración (3) Conserva regeneración natural, aunque no planta (2) No hay regeneración (1)

Anexo 3. Tabla de contingencia de las prácticas 1. Provisión de agua para los animales y 2. Programa sanitario correspondientes al grupo de bienestar animal

1. Provisión de agua para los animales

Aspecto del agua en establo	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Buena	6	2	8	4.68	2	0.0963
Regular	1	0	1			
Mala	8	13	21			
Aspecto del agua en potreros	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Buena	15	12	27	4.49	1	0.0340
Regular	0	3	3			
Cantidad de agua disponible	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Abundante	9	6	15	1.21	1	0.2717
Regular	6	9	15			

2. Programa sanitario

Tipo de vacunas aplicadas	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Rabia+Clostridiales	15	15	30	0.00	1	>0.999
Frecuencia de baños y desparasitación	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
De acuerdo con incidencia	13	3	16	14.66	1	0.0001
Calendarizada	2	12	14			
Frecuencia de baños y desparasitación	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Con prescripción	3	1	4	1.20	1	0.2732
Sin prescripción	12	14	26			

3. Manejo de desechos

Aprovechamiento de excretas	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Uso productivo	0	1	1	2.77	2	0.2500
Desechado sin impacto	14	14	28			
Desechado contaminante	0	1	1			
Manejo de desechos líquidos en producción de derivados lácteos	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Uso productivo	0	1	1	4.18	3	0.2423
Desechado sin impacto	13	9	22			
Desechado contaminante	2	4	6			
*No produce derivados	0	1	1			
Desechos sólidos en potreros	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Potreros limpios	13	6	19	8.36	2	0.0153
No consumibles	2	7	9			
Consumibles	0	2	2			

4. Registros e información

Alimentación	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
A medias	14	1	15	26.89	1	<0.0001
No lleva	1	14	15			
Eventos reproductivos	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Completos y escritos	4	1	5	29.24	2	<0.0001
A medias	10	0	10			
No lleva	1	14	15			

ID, Trazabilidad y genealogía	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Completos y escritos	4	1	5	29.24	2	<0.0001
A medias	10	0	10			
No lleva	1	14	15			

5. Suplementación

Suplementación energético-proteínica	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Esquema claro	12	2	15	14.66	1	0.0001
No definido	3	13	15			
Suplementos minerales	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Sales minerales	15	13	28	2.92	1	0.0877
Solo sales	0	2	2			
Suplementación adicional de vacas en gestación y periparto	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Siempre	7	4	11	6.72	2	0.0347
Ocasionalmente	7	4	11			
No suplementa	1	7	8			

Anexo 4. Tabla de contingencia para las prácticas 6. Control reproductivo y 7. Control de ordeño correspondientes al grupo de manejo de las actividades ganaderas-productivas

6. Control reproductivo

Utiliza diagnósticos reproductivos (palpación)	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Siempre	1	1	2	4.52	2	0.1044
Ocasionalmente	3	0	3			
No hace	11	14	25			
Detección de celo y control de monta	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Monitoreo permanente	13	5	18	10.31	2	0.0058
Estimaciones	2	8	10			
Sin control	0	2	2			
Atención de partos	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Monitoreo permanente	5	1	6	9.90	2	0.0071
Estimaciones	10	9	19			
Sin atención	0	5	5			

7. Control de ordeño

Limpieza en área de ordeño	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Buena	3	1	4	2.43	2	0.2971
Regular	10	9	19			
Mala	2	5	7			
Infraestructura en área de ordeño	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Galera con piso de concreto	4	2	6	2.46	2	0.2925

Galera con piso de tierra	10	13	23			
Ordeño al aire libre	1	0	1			
Pruebas de detección de mastitis subclínica	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
En ocasiones	2	2	4	0.00	1	>0.9999
Nunca	13	13	26			
Atención a mastitis detectada	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Hasta que llega al nivel clínico	15	15	30	0.00	1	>0.9999
Rutina de ordeño	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
A medias	1	1	2	0.00	1	>0.9999
Sin rutina	14	14	28			

Anexo 5. Tabla de contingencia para las prácticas 8. Condición de la degradación pasturas, 9. Cercas vivas y 10. Árboles en potreros correspondiente al grupo de pasturas y árboles en potreros

8. Condición de la degradación pasturas						
Especies palatables	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Casi todas palatables	15	6	21	16.46	1	<0.0001
¾ palatables	0	9	9			
Malezas	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Pocas malezas	15	6	21	16.46	1	<0.0001
Cantidad considerable de malezas	0	9	9			
Cobertura herbácea	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Buena cobertura	10	2	12	13.45	2	0.0012
Suelo desnudo disperso	5	8	13			
Suelo desnudo uniforme	0	5	5			
Condición de erosión	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Sin erosión	14	1	15	27.54	2	<0.0001
Erosión laminar	1	10	11			
Surcos y cárcavas	0	4	4			
9. Cercas vivas						
Presencia de cercas vivas en potreros	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
En 3 de 4 potreros hay cercas vivas	14	5	15	12.99	1	0.0003

En menos de 3 de 4 potreros hay cercas vivas	1	10	15			
Estructura de cercas vivas	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Con menos de 5 m de separación	2	0	2	10.30	2	0.0058
Entre 5 y 8 m de separación	12	7	19			
Menos de 5 m de separación	8	1	9			
Manejo de cercas vivas	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Silvicultural y plagas	13	5	18	9.51	1	0.0020
Sin manejo	2	10	12			

10. Árboles en potreros

Cantidad estimada de árboles por hectárea	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
25-40 árboles/ha	15	9	24	9.83	2	0.0073
10-24 árboles/ha	0	4	4			
Menos de 10 árboles/ha	0	2	2			

Anexo 6. Tabla de contingencia para las prácticas 11. Conservación del ecosistema y 12. Restauración de áreas boscosas correspondiente al grupo de protección ambiental

11. Conservación del ecosistema

Protección áreas boscosas naturales	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Enfoque de conservación	3	3	6	6.35	2	0.0418
Daños por tránsito de ganado	12	8	20			
Prácticas de tumba y quema	0	4	4			
Contaminación de fuentes de agua	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Enfoque de conservación	2	0	2	4.20	2	0.1227
Contaminación por paso del ganado	13	14	27			
Contaminación por desechos lácteos	0	1	1			
Protección a la fauna silvestre	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Enfoque de conservación	7	4	11	1.30	1	0.2534
Casería esporádica para consumo	8	11	19			

12. Restauración de áreas boscosas

Plantaciones forestales	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Plantaciones de regeneración	1	1	2	8.03	2	0.0181
Plantaciones para aprovechamiento	14	9	23			
No hay plantaciones	0	5	5			

Regeneración cerca de fuentes agua	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Conserva regeneración natural, aunque no planta	15	15	30	0.00	1	>0.9999
Presencia de corredores biológicos plantados	Monitor	Control	Total	Chi ²	Gl	P
Conserva regeneración natural, aunque no planta	13	7	20	5.68	1	0.0171
Sin corredores biológicos	2	8	10			
