

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

**Importancia de la cobertura arbórea para la provisión de servicios ecosistémicos en
fincas ganaderas de doble propósito en la cuenca del Río La Villa, Panamá**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado
como requisito para optar al grado de**

MAGISTER SCIENTIAE

En Agroforestería y Agricultura Sostenible

Yusseff Andrés Domínguez Diez

Turrialba, Costa Rica

2018

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**

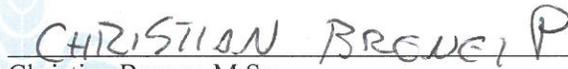
FIRMANTES:



Diego Tobar, M.Sc.
Director de tesis



Alejandra Martínez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Christian Brenes, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Escuela de Posgrado



Yusseff Andrés Domínguez Diez
Candidato

DEDICATORIA

Con mucho cariño le dedico este trabajo a Dios y a San Francisco de Asís, gracias a su inspiración siento un amor incondicional a la naturaleza.

A mi familia por su aliento constante a cumplir mis metas y sueños.

A Carolina por ser un pilar fundamental durante todo este camino y ser mi apoyo incondicional.

Pero especialmente a los productores ganaderos de Herrera y Los Santos, que cada día a pesar de todas las adversidades climáticas de la región, se levantan con ánimos de trabajar y contribuir con su noble labor a la alimentación de Panamá. Que esta investigación contribuya a su labor productiva y que con el paso de los años puedan aplicar todos los consejos y recomendaciones aquí plasmadas, y que esto mejore su producción y a la vez permita el cuidado de la naturaleza.

Yusseff. A. Dominguez. D

AGRADECIMIENTO

A Dios que siempre ha estado a mi lado.

Al programa de becas de SENACYT/IFARHU especialmente al programa de Maestrías en Ciencias Agropecuarias por la beca que me ha permitido cumplir con este sueño y etapa de mi vida profesional.

A mi familia por apoyarme en cada momento de estos 2 años.

A Carolina Guerra por ser la mejor novia, amiga, compañera, por su cariño, paciencia y apoyo durante esta etapa, ya que sin ti nada de esto hubiera sido posible.

Al personal técnico del Instituto de investigación agropecuaria de Panamá (IDIAP) en especial a Jéssica Hassan por su apoyo durante la fase de campo.

A los productores que abrieron las puertas de sus hogares y sus fincas y me permitieron conocer su realidad en la ganadería.

Al profesor Diego Tobar, por su apoyo, consejos y regaños como director de tesis que al final permitieron que este trabajo se haya culminado con éxito.

A mi comité de tesis, a Alejandra Martínez por sus atinados comentarios que me permitieron entender a fondo la dinámica y realidad existente en mi investigación y a Christian Brenes por su apoyo con el trabajo de SIG y siempre tener la disposición de ayudarme.

A mis amigos, en especial Luis Guizada por su amistad incondicional y su ayuda invaluable y desinteresada en mi fase de análisis de datos, a Ximena Estrada y Hipólito Cofre por ser los mejores amigos y compañeros de casa que se pueden tener, sin sus risas y amistad nada hubiera sido igual. Y especialmente a los “Pana Fieras” por todos los momentos vividos.

RESUMEN

La producción ganadera es una de las principales actividades pecuarias que se realizan en Panamá, representa el 45% del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario y el 2% del PIB nacional. El manejo de los sistemas de producción ganadero de manera extensiva ha ocasionado pérdida de cobertura boscosa para la ampliación de áreas de alimentación ganadera, como es el caso de la cuenca del río La Villa, en las provincias de Herrera y Los Santos, que han ocasionado una reducción de las áreas de bosques, pérdida de biodiversidad y provisión de SE. El presente estudio tuvo como objetivo general contribuir al conocimiento sobre el estado de la cobertura arbórea, y la relación con el manejo y la generación de servicios ecosistémicos en fincas ganaderas.

El análisis de la cobertura arbórea en fincas ganaderas se realizó a partir de imágenes satelitales CNES/AIRBUS y ArcGis Imagery, correspondiente a los años 2018 y 2011. Se delimitaron 18 fincas ganaderas en las cuales, mediante una clasificación supervisada, se realizaron los mapas de cobertura de uso de la tierra. Estas se clasificaron según el tamaño de las fincas y se compararon mediante una matriz de transición de cambios de uso de la tierra, con el fin de determinar los cambios ocurridos en las fincas y evaluar si la cobertura de pasturas se había expandido o no en los últimos 7 años. En los usos dominantes de la tierra mediante el inventario arbóreo se estimó el carbono almacenado.

Para comprender la relación del manejo de las pasturas y el ganado con la provisión de servicios ecosistémicos, mediante la metodología propuesta por WRI (2012), se priorizaron los servicios ecosistémicos a través de talleres con técnicos, comerciantes y productores. Una vez finalizada esta etapa se realizó un taller para identificar las barreras y oportunidades con el propósito de mejorar la provisión de los servicios ecosistémicos en las fincas ganaderas.

Se identificaron 9 tipos de cobertura de uso de la tierra presentes en las fincas ganaderas. Para los años 2011 y 2018, predominaban las pasturas como el uso de la tierra con mayor área ocupada, la cual se encuentra alrededor del 70% de la cobertura en las fincas. Mediante el análisis de transición de cambio de uso de la tierra, se apreciaron que dentro de las transiciones más relevantes entre 2011-2018, fue la de bosque a pasturas, lo que puede estar relacionado con la tendencia en las fincas para la ampliación de las áreas de pastoreo para el desarrollo de la actividad. La estimación de carbono mostró una reducción del 2% del carbono almacenado en el estrato arbóreo, esto asociado a los cambios de uso de la tierra ocurridos, principalmente en la reducción de masa boscosa. El análisis de la provisión de SE desde el punto de vista de los productores, determinó que la provisión de agua, la sombra y el forraje para el ganado son los servicios ecosistémicos de mayor importancia para la actividad ganadera.

Sin embargo, se encontró que los problemas mayormente afrontados por los productores en la actualidad, radica en el manejo inadecuado de la actividad ganadera y la dificultad de aprovechar la provisión de servicios ecosistémicos que se producen en las fincas a través de los sistemas silvopastoriles los cuales se mantienen y manejan en las fincas como son las cercas vivas, los árboles dispersos en potreros o los bancos de proteínas. Este bajo aprovechamiento del recurso ecosistémico y su adecuado manejo ha radicado en aumentos en los costos de producción, disminución de la productividad y aumento de precios de recursos e insumos que pueden ser fácilmente obtenidos y manejados dentro de la finca.

Palabras clave: Ecosistema, degradación, cambio, uso de la tierra, transición, riesgo, carbono, oportunidad, estrategias.

SUMMARY

Livestock production is one of the main livestock activities carried out in Panama, representing 45% of the gross domestic product (GDP) of agriculture and 2% of the national GDP. The management of livestock production systems in an extensive manner has caused loss of forest cover for the expansion of livestock feeding areas, as is the case of the La Villa River basin, in the provinces of Herrera and Los Santos, which have caused a reduction in forest areas, loss of biodiversity and provision of SE. The general objective of this study was to contribute to knowledge about the state of tree cover, and the relationship with the management and generation of ecosystem services in livestock farms.

The analysis of tree cover in livestock farms, were made from satellite images CNES / AIRRBUS and ArcGis Imagery, corresponding to the years 2018 and 2011. 18 farms were delimited in which by means of a supervised classification the coverage maps were made of land use. These were classified according to the size of the farms and were compared by means of a transition matrix of changes in land use, in order to determine the changes that occurred in the farms and to evaluate whether pasture coverage had expanded or not in the last 7 years In the dominant land uses through the tree inventory, the carbon stored was estimated.

To understand the relationship between pasture management and livestock with the provision of ecosystem services, through the methodology proposed by WRI (2012), ecosystem services were prioritized with workshops with technicians, traders and producers. Once this stage was completed, a workshop was held to identify barriers and opportunities to improve the provision of ecosystem services in livestock farms.

We identified 9 types of land use coverage present in livestock farms. For the years 2011 and 2018, pastures predominated as the use of the land with the largest occupied area, which is about 70% of the coverage on the farms. By means of the transition analysis of land use change, it was observed that within the most relevant transitions between 2011-2018, it was that of forest to pastures, which may be related to the tendency in the farms for the extension of the grazing areas for the development of the activity. The carbon estimate showed a reduction of 2% of the carbon stored in the tree stratum, this associated with the changes in land use that occurred, mainly in the reduction of forest mass. The analysis of the provision of SE from the point of view of the producers, determined that the provision of water, shade and fodder for livestock, are the ecosystem services of greatest importance for livestock activity.

However, it was found that the problems that producers currently face most are the inadequate management of livestock activity and the difficulty of taking advantage of the provision of ecosystem services that are produced on farms through the silvopastoral systems They maintain and manage on farms such as live fences, scattered trees in paddocks or protein banks, this low use of the ecosystem resource and its proper management has been based on increases in production costs, decrease in productivity and increase of prices of resources and inputs that can be easily obtained and managed within the farm.

Keywords: Ecosystem, degradation, change, land use, transition, risk, carbon, opportunity, strategies.

ABREVIATURAS

Acrónimo	Significado
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente
SIG	Sistema de Información Geográfica
SE	Servicio ecosistémico
POTA	Plan de ordenamiento territorial
USDA (inglés)	United States Department of Agriculture
MIAMBIENTE	Ministerio de Ambiente
GEI	Gases de efecto invernadero
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
ACP	Autoridad del Canal de Panamá
UP	Universidad de Panamá
APLEPC	Asociación de Productores de Leche de Provincias Centrales
ANAGAN	Asociación Nacional de Ganaderos
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
BNP	Banco Nacional de Panamá
BDA	Banco de Desarrollo Agropecuario
ISA	Instituto de Seguro Agropecuario
ANATI	Autoridad Nacional de Titulación de Tierras
APRONAD	Asociación para la Promoción de Nuevas Alternativas de Desarrollo
CATHALAC	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIAM	Centro de Incidencia Ambiental de Panamá

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
SUMMARY	VI
ABREVIATURAS.....	VII
CONTENIDO	VIII
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
2. MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1. Cobertura arbórea o forestal	4
2.2. Análisis de cobertura arbórea	4
2.3. Uso de la tierra	4
2.4. Cobertura.....	4
2.5. Cambio de uso de la tierra.....	4
2.6. Sistema de Información Geográfica	5
2.7. Importancia de la cobertura arbórea para la ganadería y la provisión servicios ecosistémicos	5
2.8. Biomasa.....	6
2.9. Ciclo del carbono.....	6
2.9.1. Almacenamiento de carbono	6
2.9.2. Fijación de carbono	7
2.9.3. Cuantificación de Biomasa y Carbono.....	7
2.10. Servicios Ecosistémicos	7
2.10.2. Servicios ecosistémicos como un beneficio a las fincas ganaderas.....	8
3. METODOLOGÍA	10
3.1. Área de estudio.....	10
3.1.1. Suelos	11
3.2 Análisis de la cobertura arbórea en fincas ganaderas	11
3.2.1 Análisis multitemporal.....	13
3.3. Estimación de carbono a escala de parcela y finca	15
3.4. Análisis de los servicios ecosistémicos prioritarios para los ganaderos de la cuenca	16
4. RESULTADOS	18

4.1.	Usos de la tierra presentes en las fincas ganaderas	18
4.2.	Cobertura arbórea en fincas ganaderas	19
4.3.	Matriz de transición de uso de la tierra	19
4.4.	Ganancia y pérdida por uso de la tierra.....	22
4.5.	Carbono presente en el estrato arbóreo	24
4.6.	Priorización de los servicios ecosistémicos	25
4.6.1.	Productores.....	25
4.6.2.	Sector comercial.....	26
4.6.3.	Técnicos y especialistas	27
4.7.	Dependencia de los servicios ecosistémicos priorizados para la actividad ganadera	28
4.8.	Importancia de los servicios ecosistémicos de la zona	29
4.9.	Identificación de riesgos y oportunidades para la provisión de SE en la actividad ganadera.....	32
4.9.1.	Riesgos para la provisión de SE.....	32
4.9.2.	Oportunidades para la provisión de SE.....	33
4.10.	Estrategias para el manejo de riesgos y oportunidades en sector ganadero por el aprovechamiento de servicios ecosistémicos	34
5.	DISCUSIÓN	37
6.	CONCLUSIONES	41
7.	RECOMENDACIONES	43
8.	LITERATURA CITADA.....	44
9.	ANEXOS.....	49

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Preguntas orientadoras	3
Cuadro 2. Capacidad de uso de suelo en la cuenca del Río La Villa	11
Cuadro 3. Usos de la tierra contemplados en la investigación	12
Cuadro 4. Ilustración de una matriz de transición para el periodo 2011- 2018.....	14
Cuadro 5. Servicios ecosistémicos incluidos dentro del análisis de priorización.....	17
Cuadro 6. Cambios en el uso de la tierra en fincas ganaderas de la cuenca del Río la Villa, Panamá	18
Cuadro 7. Caracterización de fincas ganaderas (n=18) y porcentaje de cobertura dentro de las fincas	19
Cuadro 8. Matriz de transición de cambio de uso/ cobertura del suelo, en 18 fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa entre los años 2011 y 2018 (ha).....	20
Cuadro 9. Matriz de transición de cambio de la tierra/ cobertura del suelo, según tamaño de la finca en la cuenca del Río La Villa entre los años 2011 y 2018 (ha).....	21
Cuadro 10. Carbono almacenado en la biomasa arbórea en fincas ganaderas para los años 2011/2018.....	24
Cuadro 11. Matriz de resumen de dependencia a los servicios ecosistémicos prioritarios en la actividad ganadera (Productores)	29
Cuadro 12. Matriz de resumen sobre el estado observado de la generación de los servicios ecosistémicos en las fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa	30
Cuadro 13. Estrategias sugeridas para el manejo de riesgos y oportunidades por el manejo de los servicios ecosistémicos en el sector ganadero de doble propósito en la cuenca del Río La Villa.....	35

Lista de Figuras

Figura 1. Matriz de servicios ecosistémicos según su tipo	8
Figura 2. Área de estudio, Cuenca del Río La Villa, Panamá y localización de las 18 fincas seleccionadas para el análisis.....	10
Figura 3. Descripción del trabajo realizado mediante SIG	15
Figura 4. Usos de tierra presentes en las fincas ganaderas (Finca 2 y 26)	18
Figura 5. Cambio neto por categoría de uso de suelo/cob entre los años 2011-2018 (ha)	22
Figura 6. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas pequeñas entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje).....	22
Figura 7. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas medianas entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje).....	23
Figura 8. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas grandes entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje).....	23
Figura 9. Porcentaje de cambio en la densidad de carbono almacenado	25
Figura 10. Servicios ecosistémicos priorizados según los productores ganaderos.....	26
Figura 11. Servicios ecosistémicos priorizados por el sector comercial	26
Figura 12. Servicios ecosistémicos priorizados por los técnicos y especialistas.....	27
Figura 13. Servicios ecosistémicos de importancia en cada sector analizado	28
Figura 14. Factores internos a la finca que afectan la provisión de SE	31
Figura 15. Factores externos a la finca que afectan la provisión de SE	31
Figura 16. Riesgos generados por la pérdida de SE	32
Figura 17. Oportunidades derivadas del aprovechamiento adecuado de los SE	34

1. INTRODUCCION

En el contexto global, la población humana continúa incrementando y con ello aumentan las necesidades de alimentos, bienes y servicios, que junto con el desarrollo industrial y los procesos de urbanización causan una mayor presión y en muchos casos un deterioro de los recursos naturales (Rodríguez 2016). Para alimentar a la creciente población se ha intensificado la producción agropecuaria y se ha expandido la frontera agrícola, resultando en riesgos de pérdidas en la biodiversidad y deterioro de la calidad de suelos, agua y aire (Núñez *et al.* 2015) El aumento en las áreas destinadas para la producción ganadera tiene efectos negativos sobre la integridad de los paisajes y contribuye a la fragmentación de áreas boscosas y pérdida de biodiversidad (Tobar e Ibrahim 2008).

La ganadería bovina es una de las principales actividades pecuarias que se realizan en Panamá, la misma representa el 45 % del producto interno bruto (PIB) agropecuario y el 2% del PIB nacional. (INEC 2011). Muchas de las zonas agrícolas de Panamá, han sido destinadas a las actividades ganaderas. El Arco Seco en el pacífico de la república de Panamá, es constantemente afectado por la conversión de miles de ha de bosques a zonas de ganadería, la cual representa el 39% de la superficie en la región, causando una reducción en las zonas boscosas de la parte media y alta de la cuenca, este cambio de uso del suelo, el cual es impulsado por la ganadería ha tenido repercusiones negativas sobre las zonas de recarga hídrica en la zona, además de aumento en la tasa de erosión (CATIE 2009).

El manejo, uso y beneficios que brindan los servicios ecosistémicos generados por la cobertura arbórea en las fincas es vital para el mantenimiento adecuado del entorno (paisaje o cuenca), además de proveer co- beneficios y oportunidades que puedan ayudar a diversificar la productividad de las familias. Sin embargo, la falta de conocimiento o motivación para comprender los beneficios que brinda el manejo de la cobertura arbórea a las fincas tiene efectos negativos en las actividades diarias.

Velásquez *et al.* (2008), evidencio que cuando en una finca se tiene un manejo adecuado de la cobertura arbórea genera beneficios y co- beneficios relacionados de manera directa con la productividad, así como a la conservación de la biodiversidad. Es por esto por lo que el uso de sistemas silvopastoriles y el aprovechamiento del componente arbóreo en relación con los servicios ecosistémicos es un factor determinante para superar adversidades del cambio climático como lo pueden ser la falta de agua y alimentos y además de esto diversificar el aprovechamiento de los recursos disponibles en las fincas (Montenegro *et al.* 2017)

Lopez *et al.* (2015), manifiesta en su investigación que los cambios en el uso de la tierra en zonas agrícolas, principalmente en zonas con aptitud ganadera, ocasiona disminución de la cobertura arbórea, generados por los cambios dentro de la finca, así como la expansión de la actividad a sitios de conservación o zonas de bosque no perturbadas, lo que ocasiona daños ambientales constantes.

Estudiar, evaluar y entender cuáles son los servicios ecosistémicos de importancia asociados a la producción ganadera, es clave para la generación de estrategias de manejo dentro y fuera de las fincas, que permitan reducir los efectos que podría causar la pérdida de los servicios ecosistémicos, creando así estrategias para su manejo y que la misma mejore la actividad ganadera, así como la diversificación de ingresos dentro de las fincas, mejorando así los medios de vida de los productores en la región.

Esta investigación aporta una idea más clara de cuál es el estado real de las fincas en la zona, cuales han sido los cambios en los últimos años en relación con la cobertura arbórea y sus efectos en la producción ganadera y en el entendimiento y manejo del potencial brindado por los servicios ecosistémicos y como el mismo está siendo aprovechado.

1.1. Justificación

Los sistemas de producción ganaderos tradicionales, tienen la característica de ser grandes impulsores de deforestación, así como causar problemas ambientales que tienen repercusiones sobre los sistemas agrícolas existentes en las fincas, así como a la población en general del sitio (Velásquez *et al.* 2008).

Esta investigación se enfoca en determinar cuáles son los efectos en los cambios de usos de la tierra, específicamente sobre la cobertura arbórea, y la dependencia de las fincas ganaderas sobre la provisión de estos servicios.

Determinar cómo los cambios en los usos de la tierra se han dado en los últimos años (2011-2018), y como estos cambios, se han desplazado dentro del entorno de las fincas, permitirá determinar como la transición en el uso de la tierra, ha impulsado o no la deforestación y la disminución de zonas con cobertura arbórea.

Esta investigación también permite conocer cuál es la dependencia real de los ganaderos doble propósito a la provisión de los servicios ecosistémicos existentes, cual es el estado y la tendencia de estos servicios y como son aprovechados o no dentro de las fincas. Este aprovechamiento o no de los servicios ecosistémicos, sumado al conocimiento previo de los cambios en la cobertura arbórea en la zona y el manejo de las fincas, permitirá conocer cuáles son los riesgos y oportunidades para la ganadería que pueden ser derivados del aprovechamiento o no de los servicios ecosistémicos presentes, ya sea den base, de aprovisionamiento y de regulación.

Conocer los riesgos y las oportunidades, son un punto de partida para la generación de estrategias locales de acción, por parte de los ministerios de agricultura y ambiente, ONG y la diversas instituciones locales que tiene acción sobre el sitio, haciendo énfasis en el manejo de los recursos naturales y los servicios del entorno de la finca, y que el productor pueda

diversificar su actividad y mejorar su sistema de trabajo en pro de la productividad, así como de co- beneficios ambientales.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Contribuir al conocimiento sobre el estado de la cobertura arbórea, su relación con el manejo y la generación de servicios ecosistémicos en fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa, Panamá.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Estimar el porcentaje de la cobertura arbórea en fincas ganaderas e identificar cambios con respecto al uso de suelo en los últimos años en el área abarcada por estas fincas.
- Calcular el almacenamiento de carbono existente en la biomasa arbórea presente en las fincas ganaderas.
- Evaluar las barreras y oportunidades que se presentan en las fincas ganaderas para la provisión de los servicios ecosistémicos.

Cuadro 1. Preguntas orientadoras

Objetivos específicos	Preguntas orientadoras
Estimar el porcentaje de la cobertura arbórea en fincas ganaderas e identificar cambios con respecto al uso de suelo en los últimos años en el área abarcada por estas fincas.	¿Cuál es el porcentaje y como se encuentra distribuida la cobertura arbórea en las fincas ganaderas? ¿Cuáles son los cambios ocurridos con la cobertura arbórea en los últimos 7 años (2011-2018)?
Calcular el almacenamiento de carbono existente en la biomasa arbórea presente en las fincas ganaderas.	¿Cuál es el almacenamiento de carbono presente en las fincas ganaderas?
Evaluar las barreras y oportunidades que se presentan en las fincas ganaderas para la provisión de los servicios ecosistémicos.	¿Cuáles son los servicios ecosistémicos prioritarios para los ganaderos de la zona? ¿Cuáles son los riesgos y oportunidades de negocio con base en los servicios ecosistémicos prioritarios y sus estrategias de gestión?

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Cobertura arbórea o forestal

Los criterios de definición de los bosques se basan, frecuentemente, en la noción "de ocupación del suelo" o en la "de utilización de las tierras", o en la combinación de ambas, la ocupación del suelo se refiere a las formas de cobertura física del suelo, observable mediante vistas aéreas o por satélite, y a su estructura; incluye la vegetación natural o plantada. La utilización de las tierras, dimensión compleja de tratar y más sensible que la ocupación del suelo, se refiere a la función y a los modos de utilización de las tierras, es decir, a actividades emprendidas para producir bienes y servicios (FAO 2010).

En este caso la cobertura arbórea o forestal corresponde directamente al valor de área de proyección de copa calculado con el diámetro ecuatorial medido durante un inventario forestal, el cual consiste básicamente en la sumatoria total de todos los diámetros de copa proyectados sobre el terreno, esta variable se mide en hectáreas (ha) dado el caso que hablemos de una finca o en kilómetros cuadrados (km²) si nos referimos a un bosque o una extensión mayor de terreno (OAB 2014).

2.2. Análisis de cobertura arbórea

El análisis de cobertura arbórea o forestal consiste en realizar mediciones sobre un sitio de interés para así determinar qué área está cubierta por árboles. Estos inventarios o análisis de cobertura nos permiten además de determinar el área total cubierta por árboles, estimar captura de carbono, biomasa aérea, la valoración de servicios ecosistémicos, entre otros (Serrano *et al.* 2014).

2.3. Uso de la tierra

El uso de la tierra comprende "las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla" , este uso de la tierra abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en terreno agrícola: campos cultivables, pastizales; o asentamientos humanos o cualquier otra actividad que se desarrolle, además de esto, este término se utiliza para referirse los distintos usos del terreno en zonificaciones (Tubiello 2014).

2.4. Cobertura

Según MiAmbiente (2015), la cobertura, en este caso cobertura forestal se refiere a toda área en un espacio determinado que está ocupada por vegetación leñosa en sus distintos estados de crecimiento y crean una capa protectora sobre el suelo, ya sean de origen natural, de regeneración y también se incluyen las plantaciones forestales.

2.5. Cambio de uso de la tierra

Según Koomen *et al.* (2008), el cambio de cobertura y el cambio de uso de suelo es el resultado social y físico de la interacción de factores externos en un paisaje, este cambio puede

afectar los procesos estructurales y funcionales de una comunidad, dependiendo de su magnitud e impacto, ya que es básicamente el cambio radical de una cobertura base, a un nuevo sistema. La conversión de la tierra por cambios de uso de suelo puede afectar la provisión de servicios ecosistémicos en un sitio, lo cual repercute directamente en afectaciones ambientales que pueden tener graves consecuencias (Meyer y Turner 2007).

2.6. Sistema de Información Geográfica

“Un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz”. (INEGI 2014)

En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones. (UPC 2012).

2.6.1. Imagen satelital

Según (INEGI 2014) una imagen satelital es una representación visual de los datos reflejados por la superficie de la tierra que captura un sensor remoto montado en un satélite artificial, cuyos datos son enviados a una estación terrestre en donde se procesan y se convierten en imágenes, enriqueciendo los conocimientos sobre las características de la tierra a diferentes escalas espaciales.

2.6.2. Sensores remotos

Un sensor remoto se puede definir como uno o más sistemas de detección y medida a distancia, generalmente empleados desde aeronaves o satélites, con los que se obtiene información meteorológica, oceanográfica, sobre la cubierta vegetal, entre otros; los cuales para tales medidas se utilizan sistemas de detección activa y pasiva (García 2016).

2.7. Importancia de la cobertura arbórea para la ganadería y la provisión servicios ecosistémicos

En los sistemas ganaderos, los árboles desempeñan un papel preciso, y de una vital importancia, estos potreros rodeados por arboles generan una función primordial en el ecosistema, generando una serie de servicios y co-beneficios vitales para la ganadería, pero esta ganadería causa fragmentación en el ecosistema y reduce los ecosistemas boscosos (Guevara 2005).

Los sistemas silvopastoriles se caracterizan muchas veces por una yuxtaposición de parcelas de bosque no pastadas y de pastizales arbolados. Las especies leñosas presentes son unas veces

espontáneas y preservadas, y otras veces plantadas y asociadas a especies locales o introducidas. Los setos y bosquetes que sirven de abrigo y los cortavientos están con bastante frecuencia combinados con los pastizales. Cada paisaje agrosilvopastoril tiene su propia originalidad, que se caracteriza por los usos de producción y las especies favorecidas o instaladas (FAO 2013).

Los árboles en pasturas son capaces de brindar beneficios ecológicos, como la contribución a conservar hábitats para especies animales, importantes en la dispersión de semillas arbóreas para la regeneración natural, y funcionan como corredores biológicos, además, las especies leñosas contribuyen a la restauración de pasturas degradadas como sumideros de carbono y como alternativa estratégica para reducir la presión sobre los bosques (Faria 2015).

2.8. Biomasa

La biomasa es un elemento principal para determinar la cantidad de carbono almacenado en el bosque, es considerada como la masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado; a menudo se incluyen los restos de plantas que han muerto recientemente (Álvarez y Mercadet 2012).

La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que se derive de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La energía de la biomasa deriva del material vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales, y de la basura industrial, humana o de animales (López *et al.* 2013).

2.9. Ciclo del carbono

El ciclo del carbono es considerado como un conjunto de cuatro depósitos interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre (incluyendo los sistemas de aguas frescas), los océanos y los sedimentos (incluyendo los combustibles fósiles). Estos depósitos son fuentes que pueden liberar el carbono, o sumideros que son los que absorben carbono de otra parte del ciclo. Los mecanismos principales del intercambio del carbono son la fotosíntesis, la respiración y la oxidación (González 2008).

En general, las plantas absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis y este compone las materias primas como la glucosa, que participa en procesos fenológicos para la formación de componentes (flores, frutos, follaje, ramas y fuste) del árbol. Los árboles actúan como sumideros de carbono y liberan oxígeno, reteniendo el carbono en la biomasa, principalmente en la madera (Álvarez y Mercadet 2012).

2.9.1. Almacenamiento de carbono

El almacenamiento de carbono constituye en un proceso de separación del CO₂ emitido por procesos industriales y su transporte y aislamiento de la atmósfera por un tiempo indeterminado, siendo esta una excelente medida de mitigación del cambio climático (IPCC 2011).

Según USDA (2016), los bosques son grandes sitios de almacenamiento de carbono y juegan un papel importante en el control de emisiones, para CATHALAC (2014) los bosques tropicales tienen un mayor potencial para el almacenamiento de carbono proveniente de

procesos industriales, así como de emisiones producidas por cambios de uso de la tierra y deforestación.

2.9.2. Fijación de carbono

La fijación de carbono es la conversión de carbono inorgánico (en forma de dióxido de carbono) en compuestos orgánicos realizada por los organismos vivos. El ejemplo más importante de fijación de carbono tiene lugar en la fotosíntesis durante la fase oscura, aunque la quimiosíntesis es otra forma de fijación de carbono que ocurre en ausencia de luz (Berg 2011).

2.9.3. Cuantificación de Biomasa y Carbono

El uso de datos obtenidos en inventarios forestales ha sido el punto de partida para la estimación de biomasa y carbono, el cual desde su inicio utiliza ecuaciones para la estimación de esta información (Berg 2011).

El contenido de biomasa puede estimarse mediante métodos directos o indirectos. El primero, más destructivo, consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente (Álvarez y Mercadet 2012). El segundo utiliza métodos de cubicación donde se suman los volúmenes y se toman muestras de madera, las que se pesan en campo para calcular los factores de conversión de volumen a peso seco (González 2008). Otra forma de estimar la biomasa es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre variables colectadas en campo e inventarios forestales (diámetro a la altura del pecho (dap), altura comercial y total de crecimiento, entre otros) (Chave *et al.* 2005).

La cuantificación de carbono en todos los sistemas agroforestales, bosques y sistemas que contengan arboles es de vital importancia para conocer el potencial de estos para la mitigación al cambio climático a través de la captura y el almacenamiento de carbono ya sea en la biomasa, necromasa o el suelo, así como poder participar por bonos, y pagos por servicios ambientales (Andrade *et al.* 2013).

2.10. Servicios Ecosistémicos

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) define los “servicios ecosistémicos” como aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Los ecosistemas proveen servicios a diferentes escalas, desde las comunidades locales hasta el mundo. Los autores de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) proponen distinguir entre tres tipos de servicios directamente recibidos por la gente: los servicios de suministro (que contribuyen a producir “bienes” como alimentos, fuentes de energía, bioquímicos, recursos genéticos, fibras y madera), los servicios de regulación (como la regulación del clima, de la cantidad y calidad de agua, de las enfermedades, de la fuerza de los vientos o las olas) y los servicios culturales (por ejemplo, espirituales, religiosos o educativos).

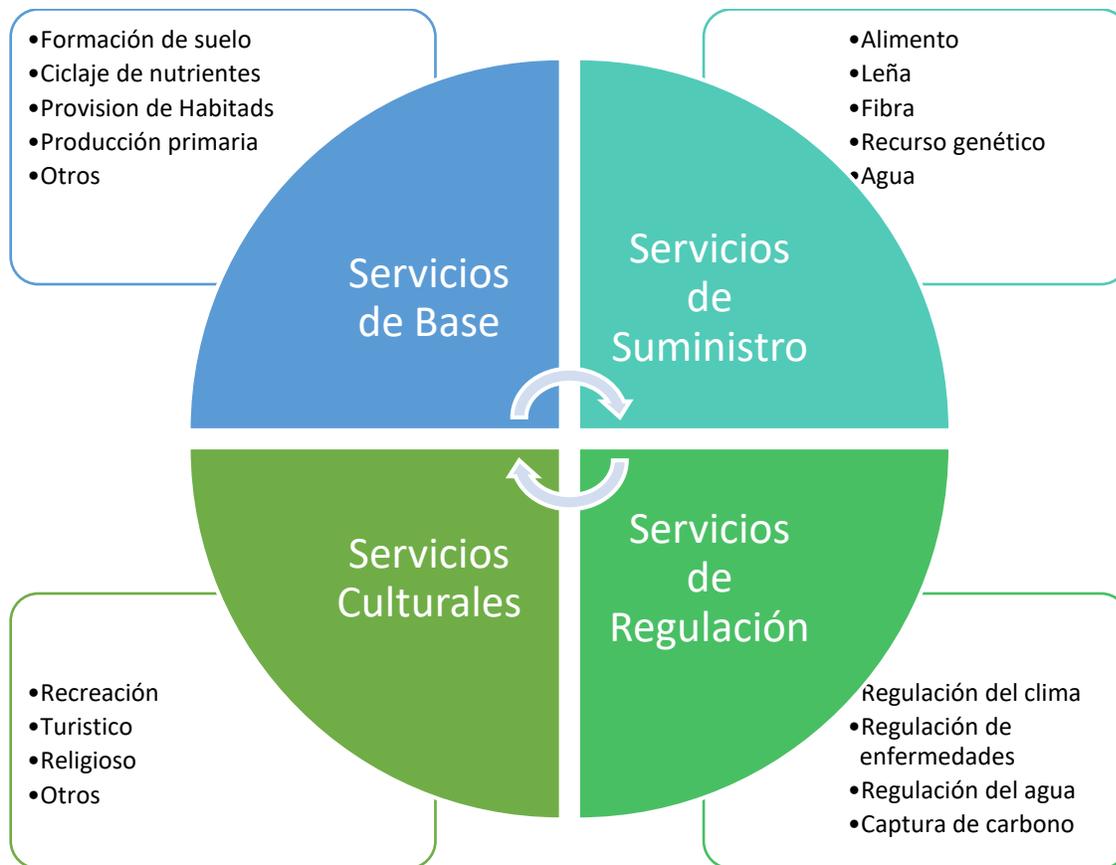


Figura 1. Matriz de servicios ecosistémicos según su tipo. Fuente: Modificado de MEA 2005

2.10.1. La dependencia de la agricultura a los servicios ecosistémicos

Martínez *et al.* (2017) evidencio que, para la región centroamericana, los productores agropecuarios y especialmente los pequeños productores, dependen directamente de los beneficios generados por los servicios ecosistémicos para la producción de sus cultivos, por lo tanto, para el desarrollo de sus medios de vida; por lo cual es vital determinar los servicios ecosistémicos de los que más depende el agricultor para el desarrollo óptimo de su actividad y así realizar un manejo óptimo de su entorno.

2.10.2. Servicios ecosistémicos como un beneficio a las fincas ganaderas

Los ecosistemas proporcionan a las fincas ganaderas numerosos beneficios o "servicios ecosistémicos". Los bosques suministran madera y fibra de madera, purifican el agua, regulan el clima y producen recursos genéticos. Los sistemas fluviales proporcionan agua dulce, energía y recreación. Los humedales costeros filtran los desechos, mitigan las inundaciones y sirven como viveros para las pesquerías comerciales (WRI 2012).

El World Research Institute (2012) menciona que las actividades humanas han degradado los ecosistemas naturales y han reducido la provisión de los SE. Un estudio del WRI que evaluó 24 servicios ecosistémicos prioritarios, determinó que al menos 15 de estos se encuentran en estado de degradación, lo que nos lleva a que, si se mantiene el mismo desarrollo y crecimiento humano con actividades desmedidas como en la actualidad, se pone en riesgo el bienestar ambiental y económico de las futuras generaciones.

WRI (2012), ha desarrollado una herramienta corporativa de evaluación de servicios de ecosistemas, en la cual permite evaluar los riesgos y oportunidades que desarrolla en una actividad económica como es el caso de la ganadería, para identificar cuáles son los servicios ecosistémicos que son fundamentales para la producción de leche y carne y cuales pueden ayudar en el manejo de los sistemas silvopastoriles en las fincas ganaderas. Así mismo nos permite valorar como el manejo puede verse afectado por la pérdida de SE.

Desde el 2008, al menos 300 compañías con alcance global y de todos los ámbitos han aplicado la revisión corporativa de los servicios del ecosistema, buscando así mejoras en su actividad y reducir su impacto sobre el ecosistema, entre los casos más importantes a evaluar fue la evaluación a la multinacional Syngenta y CEMEX en América latina (WRI 2012).

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La cuenca del Río La Villa se encuentra localizada en las provincias de Herrera y Los Santos, con coordenadas 7° 30' y 8° 00' Latitud Norte y 80° 12' y 80° 50' Longitud Oeste, área conocida como Arco seco debido a los bajos niveles de precipitación en la zona alrededor de los 1350 mm al año. Tiene un área de 1289.85 km², la misma está ubicada en la vertiente del pacífico de la República de Panamá (CATIE 2009).

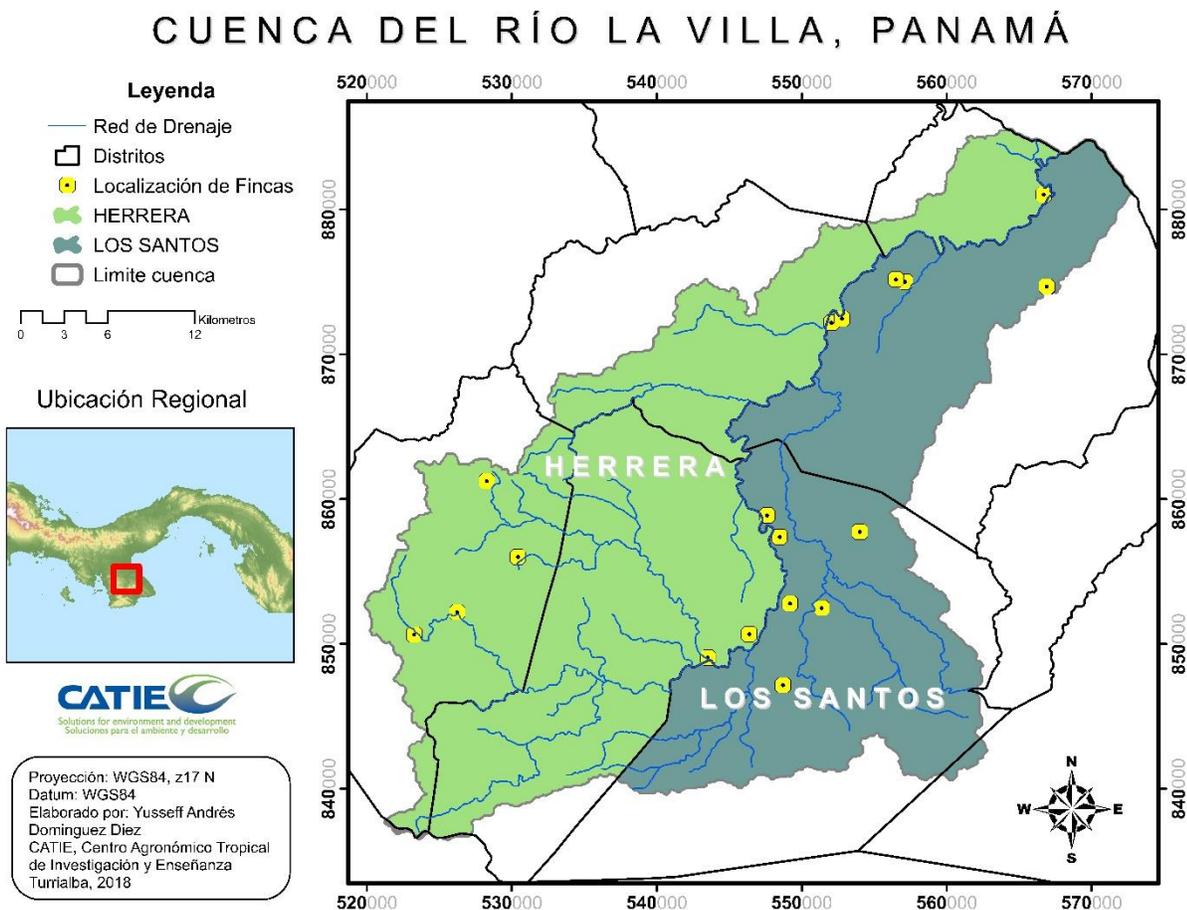


Figura 2. Área de estudio, Cuenca del Río La Villa, Panamá y localización de las 18 fincas seleccionadas para el análisis.

El período de lluvia se registra entre los meses de mayo a noviembre, presentando una precipitación promedio anual de 2325 mm en la parte alta de la cuenca, 1760 mm en la parte media y 1350 mm en la baja. Durante los últimos años se ha venido apreciando que el período seco se ha prologado por lapsos más extensos, ocasionado principalmente por el fenómeno de “El Niño”, el cual ha producido impactos económicos negativos en los últimos 5 años (APRONAT 2016).

3.1.1. Suelos

Los tipos de suelos según su capacidad de uso que predominan en la cuenca son de clase No arable con aptitud forestal el cual ocupa el 62 % del territorio (Cuadro 2), esto indica que la mayoría de la cuenca se encuentra en conflicto de uso de suelo en comparación a la capacidad real del suelo (CATIE 2009).

Cuadro 2. Capacidad de uso de suelo en la cuenca del Río La Villa

Clase de Uso	Superficie (km ²)	Porcentaje (%)
II (Arable)	25.60	2.00
III (Arable)	55.20	4.30
IV (Arable)	272.16	21.05
VI (No arable- Ganadería)	109.21	8.48
VII (No arable- Forestal)	809.40	62.53
VIII (No arable- Protección de bosques)	12.27	0.91

Fuente: CATIE 2009. POTA La Villa- ANAM-PRONAT

3.2 Análisis de la cobertura arbórea en fincas ganaderas

El análisis de cobertura arbórea se desarrolló en 18 fincas ganaderas seleccionadas dentro del proyecto de desarrollo de sistemas de producción ganadero competitivo con bajas emisiones en Centro América- FONTAGRO- Nueva Zelanda (Hassan 2013), el cual evaluó el estado del componente arbóreo en 18 fincas ganaderas. La ejecución de este proyecto permitió contar con información de referencia para las 18 fincas evaluadas en esta investigación.

Para el análisis de cobertura arbórea se siguieron los siguientes pasos, basados en la metodología propuesta por (Valdez-Lazalde *et. al.* 2006), para medición de cobertura a través de imágenes satelitales y se adaptó para esta investigación.

Paso 1: Selección de los sitios a evaluar: Las fincas a evaluadas fueron seleccionadas con base en la información existente en la base de datos de fincas ganaderas doble propósito perteneciente al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), siendo esta base de datos el criterio principal para la selección de las fincas, independientemente de otras variables como tamaño de la finca y nivel tecnológico (Figura 2, Anexo 4).

Paso 2: Delimitación de la finca: Las fincas fueron geo referenciada durante la visita a campo, a través de mapas de Google Earth y utilizando una tableta electrónica se procedió a delimitar la finca con el productor, así como los usos de suelo existentes, los cuales fueron verificados mediante se recorría la finca y se tomaban las coordenadas mediante el uso de un

GPS. En sitios donde existían cercas vivas, se procedía a verificar con coordenadas su ubicación, para así determinar el tamaño de estas.

Paso 3: Recopilación de datos del productor: Se aplicó una encuesta al productor donde se tomaron datos básicos del sitio, actividades que realiza, usos de suelo presentes en la finca, así como datos sobre manejo o no de los árboles en el sitio y los cambios ocurridos en la finca en los últimos años 7 años (2011-2018) (Anexo 3).

Paso 4: Adquisición de mapas e imágenes satelitales: Los mapas de la zona, así como las imágenes satelitales se adquirieron a través del laboratorio de modelado ambiental de CATIE y la oficina de cuencas de MIAMBIENTE, además de la descarga propia de imágenes satelitales de acceso libre, para esta investigación para el año 2018 se utilizaron imágenes satelitales provenientes de la base de datos de Google Earth Pro, específicamente del proveedor CNES/AIRBUS, con resolución de 1 metro/píxel estas imágenes satelitales estaban fechadas entre el 10 y el 18 de enero de 2018.

Para las imágenes satelitales del año 2011, se utilizaron imágenes provenientes del software libre SASPLANET, provenientes del catálogo ESRI (ArcGis Imagery), con una resolución de 1 metro/píxel, las mismas estaban fechadas entre el 28 de enero al 10 de febrero de 2011. Estas imágenes fueron corregidas y geo referencias utilizando la herramienta Georeferencing de ArcMAP (Valdez-Lazalde *et. al.* 2006) para asegurarnos de tener las coordenadas correctas y llevadas al sistema WGS84, zona 17 norte.

- Los usos de la tierra contempladas para esta investigación fueron clasificadas de la siguiente manera (Cuadro 3)

Cuadro 3. Usos de la tierra contemplados en la investigación

Uso de la tierra	Descripción
Pasto con árboles dispersos	Áreas de pastura en la finca, donde existen árboles de diversos tipos dispersos en toda su extensión, los cuales no siguen un patrón determinado, estos árboles suelen tener un diámetro a la altura del pecho mayor a los 10 cm de circunferencia (Martínez – Encino 2013).
Bosque (Fragmento de bosque)	Fragmento de un bosque más grande, generado por la acción de la agricultura u otras actividades humanas, que generan la reducción de tamaño de un bosque a un fragmento más pequeño, pero con características similares al original (Peña- Cortez et al. 2009).
Bosque ribereño	Los bosques de galería o ribereño, se encuentran a la orilla de ríos, quebradas u otros cuerpos de agua, formando una estrecha franja la cual brinda una serie de beneficios ecosistémicos y de corredores de fauna (Montilla 2016).
Cerca Viva	Franja o hilera de leñosas de una o más especies que cumplen la función de delimitar potreros, campos agrícolas y otros (Velázquez y Quintero 2009).

Cuerpo de agua	Cualquier masa o extensión de agua presente dentro de las fincas, principalmente lagunas o estanques para retención de agua (MIDA 2011).
Infraestructura	Edificaciones
Cultivo	Zonas destinadas para la siembra de cultivos anuales y permanentes (MIDA 2011)
Otros usos	Usos varios presentes en la finca (Extracción de minerales no metálicos).

Paso 5: Medición de cobertura arbórea y determinación de usos de la tierra: A partir de los puntos geo referenciados en cada finca se generó una capa o shape de polígonos donde se delimito los linderos o límites de cada finca bajo la proyección WGS84 17 N.

Paso 6: Localización de las fincas en las imágenes satelitales, para realizar la delimitación en los diferentes usos de la tierra en cada finca y la distribución de los arboles presentes en las fincas, tanto en forma individual como lineal con el fin de determinar el área ocupada. Esto se realizó a una escala de 1:3000.

Paso 7: Se procedió a realizar la digitalización manual de los usos de la tierra existentes basados en la información satelital y cotejada con la información recolectada en campo.

Paso 8: Una vez finalizada la delimitación en cada finca, mediante QGIS 2.18 se utilizó la herramienta de comprobación de validez de geometría, realizando una limpieza geométrica para eliminar errores en los usos de la tierra en las fincas siguiendo la metodología de (Valdez-Lazalde *et al.* 2006).

Paso 9: Una vez confeccionadas los shapes por cada finca, se procedió a la división de las fincas en 3 grupos que responden al tamaño de las mismas (pequeñas, medianas, grandes). Los mapas de las 18 fincas estudiadas se encuentran en el Anexo 6.

Paso 10: Para realizar una comparación efectiva de la información de los usos de la tierra según el tamaño de la finca, se realizó un análisis de la varianza para conocer así las diferencias entre las cobertura existentes en las fincas.

3.2.1 Análisis multitemporal

Para realizar el análisis espacial y temporal de los cambios de uso de la tierra se consideraron las categorías de la cobertura y uso de la tierra de 2011 y 2018 y se utilizó la matriz de transición de uso basado en la metodología de Pontius *et al.* (2004). La matriz de transición, o matriz de tabulación cruzada, es utilizada para un análisis cuantitativo de los usos de la tierra y sus cambios en el tiempo (Pineda *et al.* 2009)

La matriz de transición asume una estructura de doble entrada en donde las filas despliegan los valores de las categorías de 2011 y las columnas las de 2018. En esta matriz identificaron las transiciones existentes que significa la proporción del paisaje que experimenta una transición desde un determinado uso de la tierra a otro. La persistencia, son los valores localizados sobre la diagonal principal de la matriz, se corresponde a la proporción del paisaje que muestra permanencia en la categoría o que el mismo no ha cambiado; las pérdidas, contiene los valores de la proporción del paisaje que experimenta pérdidas netas de la categoría entre 2011 y 2018, y las ganancias, incluye los valores de la proporción del paisaje que experimenta ganancias netas en la categoría entre 2011 y 2018 (Pontius *et al.* 2004 y Pineda *et al.* 2009). En el cuadro 4 se puede observar cómo funciona la matriz de transición y como puede ser comprendida.

		Usos de la tierra en la fecha final (2018)				Total periodo 2011	Ganancias
		Categoría 1 (C1)	Categoría 2 (C2)	Categoría 3 (C3)	Categoría n (Cn)		
Usos de la tierra en la fecha inicial (2011)	Categoría 1 (C1)	Persistencia (P)				Suma C1 2011	Total C1 2011-P
	Categoría 2 (C2)		Persistencia (P)			Suma C2 2011	Total C2 2011-P
	Categoría 3 (C3)			Persistencia (P)		Suma C3 2011	Total C3 2011-P
	Categoría n (Cn)				Persistencia (P)	Suma Cn 2011	Total Cn 2011-P
Total periodo 2018		Suma C1 2018	Suma C2 2018	Suma C3 2018	Suma Cn 2018		
Perdidas		Total C1 2018- P	Total C2 2018- P	Total C3 2018- P	Total Cn 2018- P		

Cuadro 4. Ilustración de una matriz de transición para el periodo 2011- 2018. Fuente: Modificado de Pontius *et al.* 2004

Adicionalmente se obtuvo el cambio total, entendido como la determinación, de manera cuantitativa y espacialmente definida, de las variaciones de la ocupación del paisaje. El cambio neto es la diferencia entre los valores totales de cada categoría de ocupación del paisaje determinada para 2011 y 2018. Un cambio neto en la cantidad de una categoría indica un cambio definitivo sobre el paisaje de las fincas.

Todo el trabajo realizado en SIG en el análisis de cobertura, como el análisis multitemporal es una secuencia de información que permite general los resultados finales de este objetivo, estos pasos seguidos se pueden resumir en figura 3.

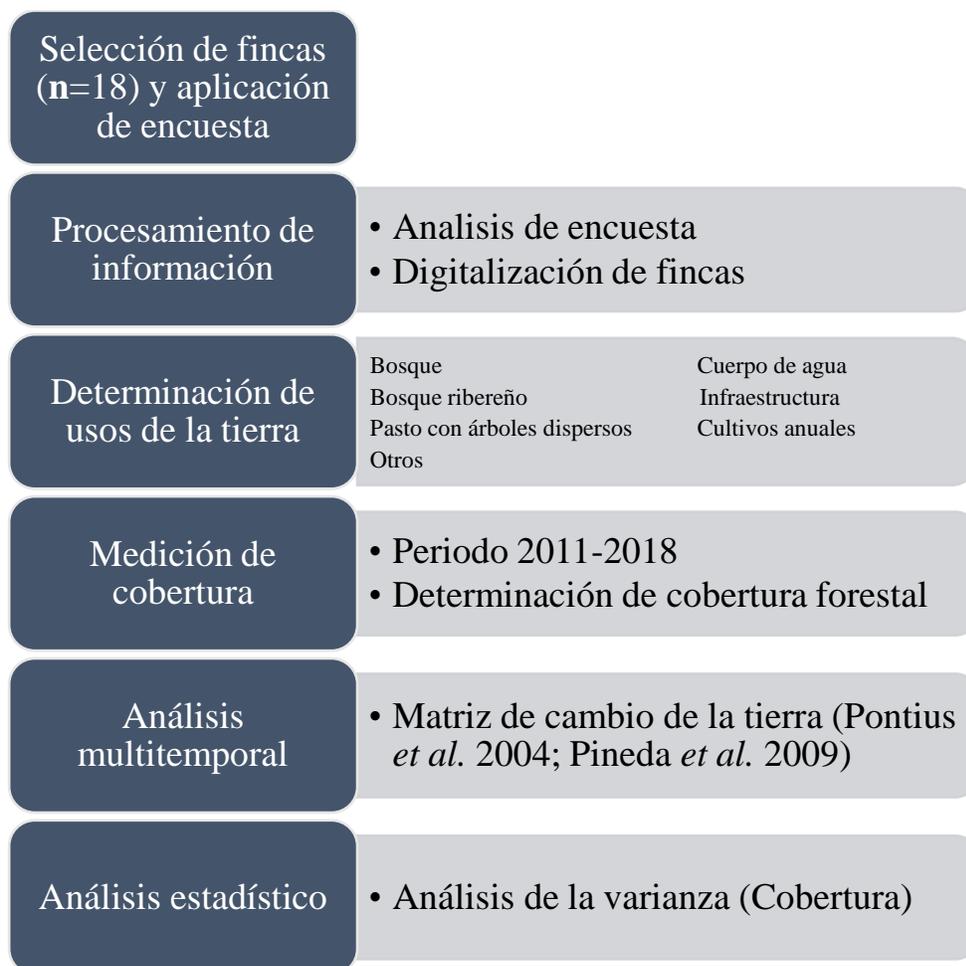


Figura 3. Descripción del trabajo realizado mediante SIG. Fuente: Confección propia

3.3. Estimación de carbono a escala de parcela y finca

El almacenamiento de carbono se estimó mediante un muestreo no destructivo en las fincas, realizando un inventario de los individuos de especies leñosas perennes del sistema de pasturas arboladas, pasturas en monocultivos, cercas vivas y bosques. Para ello se tuvo acceso a la base de datos de leñosas perennes realizado por el proyecto de desarrollo de sistemas de producción ganadero competitivo con bajas emisiones en Centro América- FONTAGRO-Nueva Zelanda (Hassan 2013) y Dominguez (2015). En el que se establecieron parcelas de 1000 m² en bosques y pasturas arboladas, parcelas de 50 m² en bosque ribereño y 100 metros lineales en cercas vivas (n= 18 por cada tipo de cobertura). En cada parcela se midió el diámetro del tronco a la altura del pecho (dap) y a la altura total en todos los arboles cuyo dap fuese mayo a 10 cm.

Se calculo la biomasa aérea total producida por cada una de las especies mediante el empleo del siguiente modelo matemático Chave et al. (2005):

$$B = 0.112x(\rho * dap^2 * ht)^{0.916}$$

Donde:

B= Biomasa en toneladas

P= Densidad de la madera

DAP: Diámetro a la altura del pecho

HT: Altura total del árbol

La biomasa se transformó a carbono empleado la fracción de carbono promedio de 0.49 sugerida por defecto por el IPCC (2006).

Los valores fueron extrapolados a hectárea para cada uso de la tierra, este valor extrapolado fue empleado para comparar el almacenamiento de carbono entre los años 2011 y 2017, esto basado en la metodología propuesta por Zelaya (2017).

3.4. Análisis de los servicios ecosistémicos prioritarios para los ganaderos de la cuenca

Tomando en cuenta que el manejo de los usos de la tierra en las fincas ganaderas es uno de los principales factores que tiene relación con la calidad y generación de los servicios ecosistémicos, con la metodología propuesta por WRI (2012) para identificar servicios ecosistémicos prioritarios, se realizó una entrevista semi estructurada (Anexo 2) a 62 productores ganaderos de la región, estos fueron seleccionados de la base de datos de productores de IDIAP/MIDA y 20 técnicos de la región, además de 10 empresas clave en la cadena de procesamiento de leche y carne en la cuenca.

Para recopilar la información de cada uno de los actores utilizados en el análisis, se utilizó una encuesta semi estructurada (Anexo 2), esta encuesta difería para cada actor entrevistado, teniendo así preguntas específicas para productores, técnicos y el sector comercial.

Para los productores (n=62) se realizó una entrevista realizada mediante una visita a la finca, para el sector técnico (n=20) se realizó mediante entrevista y se validaron los datos en un taller en conjunto y para el sector comercial (n=10) se realizó mediante entrevistas realizadas en visitas a cada una de las empresas.

Los 20 técnicos entrevistados, estaban relacionados a instituciones pecuarias o ambientales, como lo son el ministerio de ambiente, ministerio de desarrollo agropecuario, instituto de investigación agropecuaria y ONG del sitio. Toda la información obtenida fue tabulada en Excel determinando la frecuencia de mención de las respuestas, así como el análisis de los comentarios realizados.

Los 62 productores alimentaron la información para la determinación de los servicios ecosistémicos prioritarios, basados en un listado de SE (cuadro 5), el cual calificaron de 1 a 5, siendo 5 el SE de mayor importancia y 1 el de menor importancia.

Una vez tabulada la información de priorización de SE, los datos fueron tabulados en la matriz propuesta por WRI (2012), teniendo así información adicional que permite comprender los datos y la situación del sitio. Esta matriz determina la tendencia de los SE prioritarios, así como cuál es la dependencia de los ganaderos a los mismos y si estos tienen un método viable de remplazo.

Toda la información recopilada y que alimento la herramienta de WRI, da como resultado información correspondiente sobre los SE de importancia, los niveles de dependencia a los mismos y cuáles son las herramientas para mejora su manejo.

Una vez obtenida toda la información proporcionada por los ganaderos, así como la empresas privadas, se realizaron encuestas con los técnicos de la zona, con el apoyo de estos, se identificaron as barreras y limitaciones, así como los posibles beneficios que puede tener el ganadero para la provisión y aprovechamiento de SE. Esta información se determinó generando barreras y oportunidades en consenso, y luego realizando una elección privada de las 5 principales según cada uno de los técnicos, estos datos se evaluaron según su frecuencia de mención y fueron tabulados mediante Excel.

Como paso final se procedió a la generación de estrategias para manejar las limitaciones y las oportunidades, realizando una lluvia de ideas entre los técnicos, basados en su experiencia en otros sitios, así como nuevas ideas, estas estrategias fueron enfocadas en 3 pilares fundamentales (1. Manejo de la finca, 2. Asociativa, 3. Política y mercado).

Cuadro 5. Servicios ecosistémicos incluidos dentro del análisis de priorización

Servicios ecosistémicos (SE)
Servicios de provisión
Producción de forraje
Frutos
Madera y Leña
Sombra para el ganado
Provisión de agua potable y de uso agrícola
Servicios de regulación
Conservación de suelo
Regulación de clima (Carbono)
Regulación de erosión
Protección de inundaciones

4. RESULTADOS

4.1. Usos de la tierra presentes en las fincas ganaderas

Se identificaron 8 tipos de usos de la tierra presentes en las fincas ganaderas para los años 2011 y 2018 (Figura 4). En el 2011 el uso de la tierra predominante correspondió pasturas con árboles dispersos con un 77%, esta tendencia se mantiene para el año 2018, con el 79.9% de la cobertura en las fincas, lo cual representa una diferencia de al menos 11 nuevas ha de pasturas en las fincas estudiadas. Para el 2018 la cobertura del bosque o parches boscosos existentes en las fincas se ha reducido en un 5%, alrededor de 14.9 ha menos que para el año 2011 (Cuadro 6). Los mapas de las fincas se encuentran adjuntos en el Anexo 6.

Cuadro 6. Cambios en el uso de la tierra en fincas ganaderas de la cuenca del Río la Villa, Panamá

Cobertura de uso de la tierra	2011		2018		Diferencia 2018-2011 (Área ha)
	AÑO 2011 (Área ha)	%	AÑO 2018 (Área ha)	%	
Bosque	41.4	10.5	26.5	6.7	-14.9
Bosque ribereño	13.6	3.4	13.4	3.8	-0.2
Pasto con árboles dispersos (PCADP)	322.7	82.1	338.4	86.1	15.7
Cultivo	10.9	2.8	7.6	1.9	-3.3
Cuerpo de agua	2.5	0.9	2.3	0.6	0.2
Infraestructura	1.2	0.3	1.3	0.3	0.1
Otros usos	0	0	2.5	0.6	2.5
TOTAL	392.3	100	392	100	

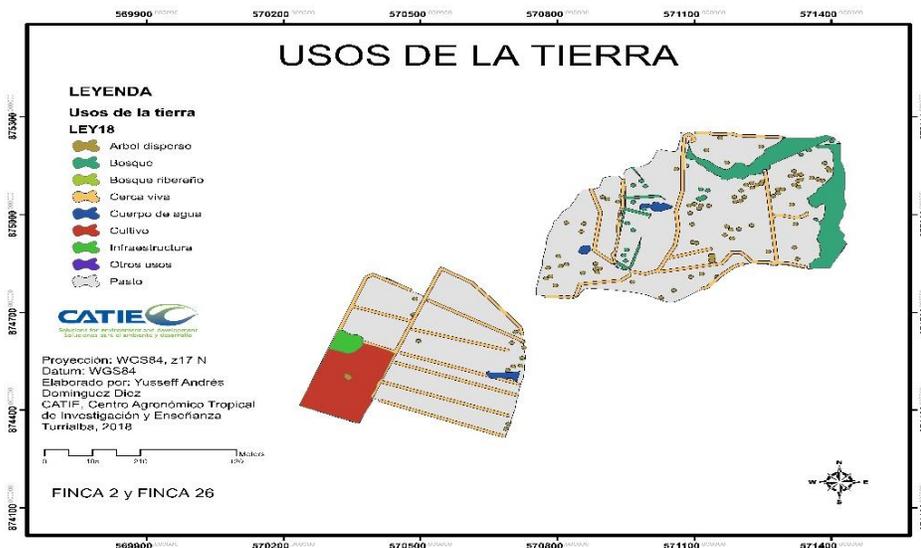


Figura 4. Usos de tierra presentes en las fincas ganaderas (Finca 2 y 26)

4.2. Cobertura arbórea en fincas ganaderas

Basándose en el análisis de cobertura arbórea en fincas, se aprecia que las fincas pequeñas tienen más cobertura de bosque que las fincas medianas y grandes; mientras que el porcentaje de cobertura arbórea (árboles dispersos en potreros y cercas vivas) las fincas pequeña y medianas presentaron valores más altos que las fincas grandes (Cuadro 7). Así mismo se apreció que las fincas pequeñas tienen una más alta carga animal que las fincas medianas y grandes, aunque la producción de litros de leche por vaca/día fue más alta en las fincas grandes, seguido de las pequeñas y en menor cantidad en las fincas medianas.

Cuadro 7. Caracterización de fincas ganaderas (n=18) y porcentaje de cobertura dentro de las fincas

Variables	Fincas Pequeñas (n=6)	Fincas Medianas (n=7)	Fincas Grandes (n=5)
Área de la finca (Promedio ha)	8.3	19.3	42.6
Usos de la tierra	6	7	5
Carga Animal (Promedio)	3.3	2.2	1,7
Producción de leche litros/vaca/día (Promedio)	4.6	3.76	5.26
% área de pastos	85%	81%	88%
% de cobertura arbórea en pastos	14%	16%	12%
% de cobertura de bosque	15%	12%	10%

4.3. Matriz de transición de uso de la tierra

En la matriz se registraron 19 transiciones de uso de suelo distribuidas en las categorías de ganancia y pérdida además de los usos que no han cambiado. La matriz presenta para cada año y cada uso de suelo la superficie en cada categoría. En términos generales para el año 2011 las pasturas con árboles tenían un área de 322 hectáreas, que para el 2018 se vio incrementada a 331 hectáreas, como resultados de la reducción del área de bosques en un 5 % entre el 2011 al 2018. La reducción de las áreas de cultivo para transformación a zonas ganaderas es importante en el sitio, así como el incremento de infraestructura para el manejo de la ganadería, además de la construcción de reservorios de agua para uso animal durante la época seca (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de transición de cambio de uso/ cobertura del suelo, en 18 fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa entre los años 2011 y 2018 (ha)

COBERTURA	PCADP	BOSQUE	CA	BR	INFRA	CULTIVO	OTROS	TOTAL 2011	Pérdida
PCADP	302.80	9.27	1.09	2.86	0.51	5.13	1.26	322.91	20.11
Bosque	15.86	24.22	0.04	0.00	0.00	0.00	1.33	41.44	17.23
CA	1.10	0.03	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	1.13
BR	2.60	0.45	0.12	10.48	0.00	0.00	0.00	13.65	3.17
INFRA	0.37	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	1.27	0.37
Cultivo	8.28	0.04	0.00	0.09	0.07	2.49	0.00	10.97	8.48
OTROS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL 2018	331.01	33.99	2.37	13.43	1.47	7.62	2.58	392	
Ganancia	28.21	9.78	1.26	2.95	0.58	5.13	2.58		

Nota: PCADP: Pasto con árboles dispersos; CA: Cuerpo de agua; INFRA: Infraestructura; BR: Bosque ribereño.

Las matrices de cambio realizadas según el tamaño de la finca y los cambios registrados fueron muy pocos, pero se destaca mayor cantidad de cambios en fincas medianas donde ocurrieron 12 transiciones de uso de suelo entre pérdidas y ganancias, pero dichos cambios son mínimos y básicamente no son representativos y se mantienen los mismos valores en los periodos 2011 y 2018; para las fincas medianas se presentan 18 transiciones de pérdida y ganancia y se muestran cambios en todos los usos de suelo, donde se puede destacar la disminución de algunas zonas de pasto y aumento de áreas para cultivos anuales así como de zonas para reforestación; en las fincas grandes se presentan 9 transiciones entre ganancias y pérdidas, donde se destaca la pérdida de parches de bosque y el incremento de áreas de potreros (Cuadro 9).

Cuadro 9. Matriz de transición de cambio de la tierra/ cobertura del suelo, según tamaño de la finca en la cuenca del Río La Villa entre los años 2011 y 2018 (ha)

Fincas Pequeñas									Fincas Medianas									Fincas Grandes								
COB	BOS	BR	PCAD	CUL	CA	INF	OTR	T 2011	COB	BOS	BR	PCAD	CUL	CA	INF	OTR	T 2011	COB	BOS	BR	PCAD	CUL	CA	INF	OTR	T 2011
BOS	8.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	BOS	14.6	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	1.3	23.1	BOS	1.6	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
BR	0.0	1.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	BR	0.4	5.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	BR	0.0	3.2	1.0	0.0	0.1	0.0	0.0	4.3
PCADP	2.1	0.1	21.1	3.1	0.1	0.1	0.0	26.6	PCADP	0.0	1.1	64.0	2.0	0.6	0.2	1.3	69.2	PCADP	0.8	1.6	168.7	0.0	0.3	0.3	0.0	171.7
CUL	0.0	0.1	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	CUL	0.0	0.0	4.7	2.5	0.0	0.1	0.0	7.3	CUL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	CA	0.0	0.0	0.9	0.0	0.8	0.0	0.0	1.7	CA	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
INF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	INF	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	INF	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.6
OTR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	OTR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	OTR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T 2018	10.1	1.9	26.5	3.1	0.2	0.1	0.0	41.9	T 2018	15.0	6.7	78.5	4.5	1.4	0.6	2.6	109.3	T 2018	2.4	4.8	176.8	0.0	0.5	0.8	0.0	185.3

Nota: COB: Cobertura; PCADP: Pasto con árboles dispersos; CA: Cuerpo de agua; INF: Infraestructura; BR: Bosque ribereño; BOS: Bosque; CUL: Cultivo; T: Total; En amarillo se presenta el área que no ha cambiado entre los periodos 2011-2018; En color celeste se presenta el área total de las fincas en cada análisis.

4.4. Ganancia y pérdida por uso de la tierra

El cambio neto por categoría está representado en la Figura 5, donde se aprecia la pérdida de 8 hectáreas de área de bosque (Parche de bosque y ribereño) y la reducción de las áreas de cultivo, donde estas áreas fueron modificadas a áreas de pasturas y el desarrollo de nuevas infraestructuras para ayudar a mejorar el almacenamiento de agua para la alimentación de animales durante la época seca.

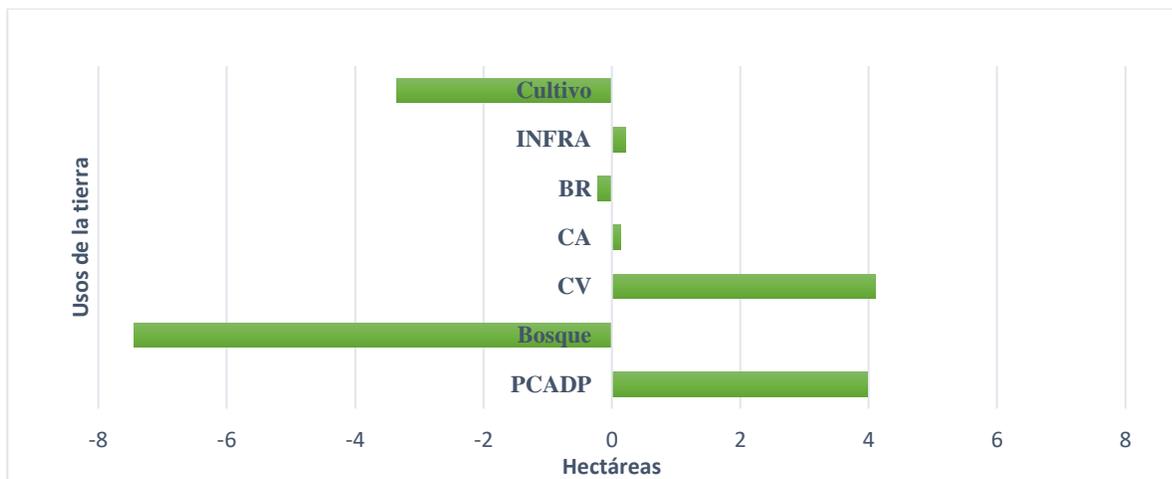


Figura 5. Cambio neto por categoría de uso de suelo/cobertura entre los años 2011 y 2018 (ha)

Nota: El significado de las siglas de la figura son: INFRA: Infraestructura; BR: Bosque ribereño; CA: Cuerpo de agua; PCADP: Pasto con árboles dispersos; CV: Cercas vivas.

Las pérdidas y ganancias según el tamaño de la finca encontramos que, en fincas pequeñas, los cambios ocurridos no han sido bajos y son alrededor del 0.80 %, pero se puede destacar una reducción de áreas de pasturas y de cultivo, y la aparición de áreas de bosque, y el incremento de cercas vivas (Figura 6).

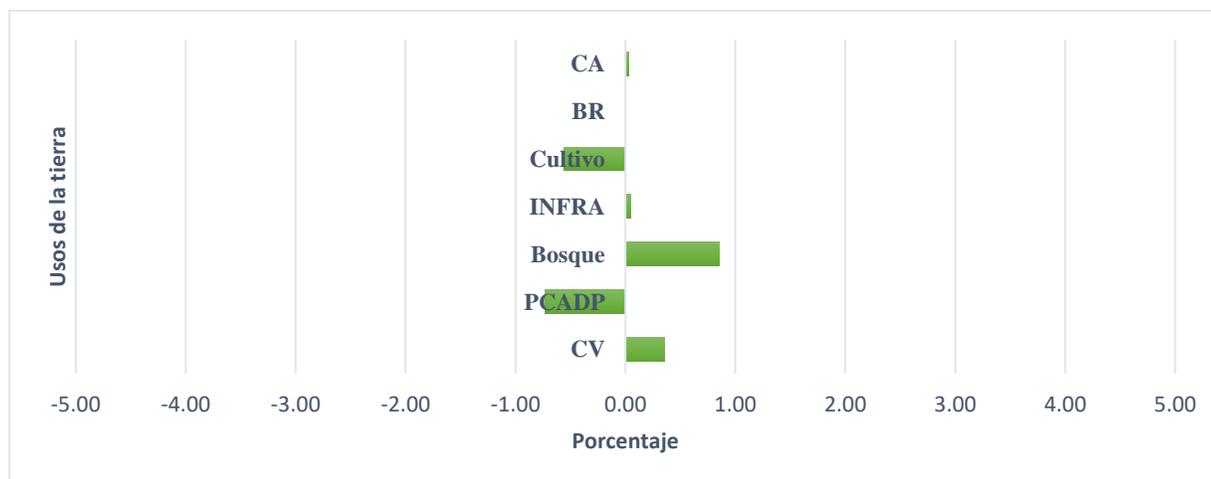


Figura 6. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas pequeñas entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje)

Nota: El significado de las siglas de la figura son: INFRA: Infraestructura; BR: Bosque ribereño; CA: Cuerpo de agua; PCADP: Pasto con árboles dispersos; CV: Cercas vivas.

Para las fincas mediano tamaño, se puede visualizar cambios alrededor del 2 % como lo es la desaparición de bosques y zonas dedicadas a la agricultura, y a su vez una aparición significativa de áreas de pasturas, además de esto una pequeña reducción en el bosque ribereño (Figura 7).

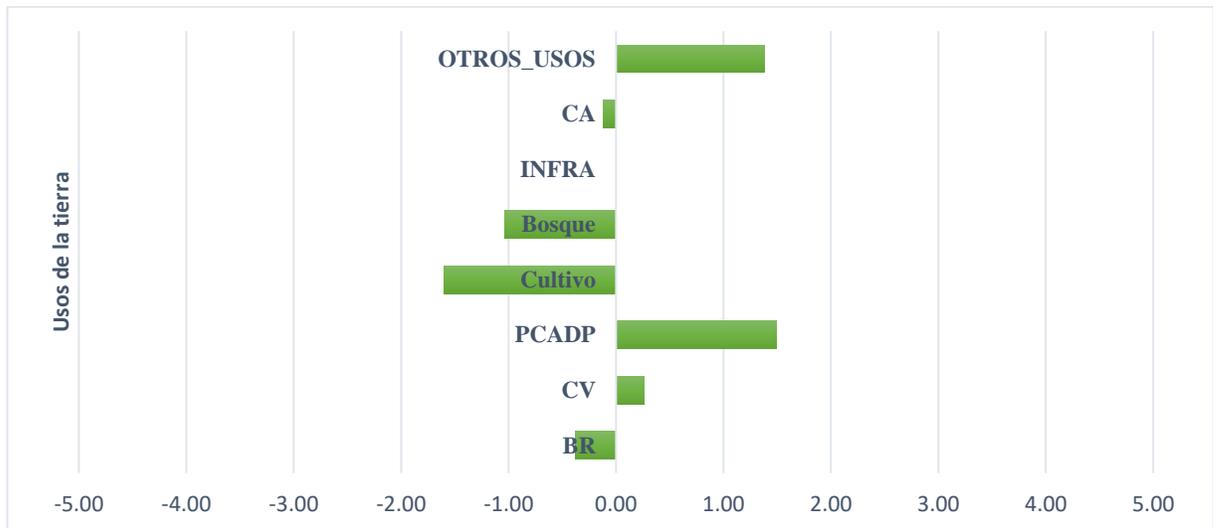


Figura 7. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas medianas entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje)

Nota: El significado de las siglas de la figura son: INFRA: Infraestructura; BR: Bosque ribereño; CA: Cuerpo de agua; PCADP: Pasto con árboles dispersos; CV: Cercas vivas.

Las fincas grandes presentan cambios alrededor del 5 %, siendo los principales la reducción de parches de bosque, así como la reducción de zonas de cultivo, asociados a la aparición de nuevas zonas de pastos, evidenciando nuevamente como en los usos anteriores, la expansión de la ganadería en las fincas de la zona (Figura 8).

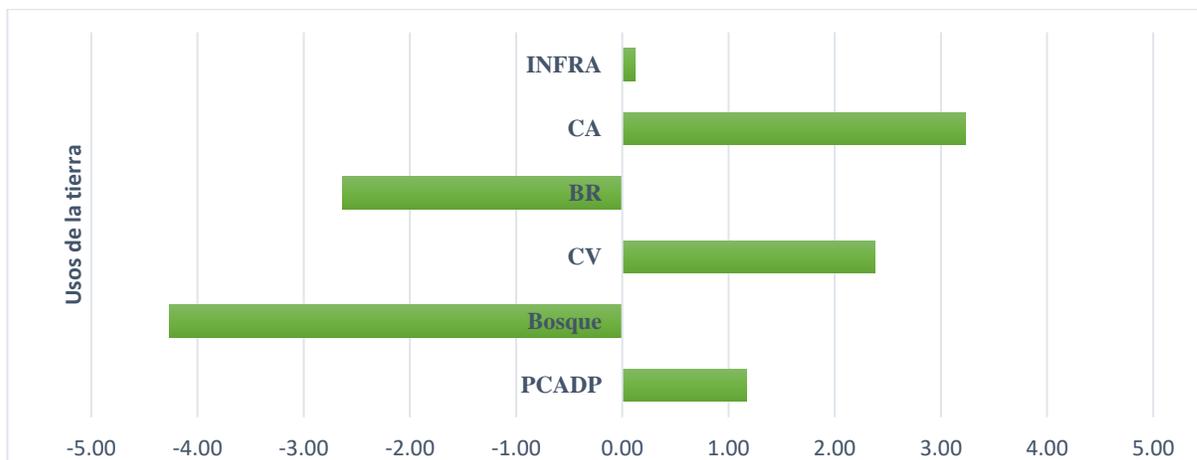


Figura 8. Cambio neto por categoría de uso de la tierra/cobertura en fincas grandes entre los años 2011 y 2018 (Porcentaje)

Nota: El significado de las siglas de la figura son: INFRA: Infraestructura; BR: Bosque ribereño; CA: Cuerpo de agua; PCADP: Pasto con árboles dispersos; CV: Cercas vivas.

4.5. Carbono presente en el estrato arbóreo

La estimación de carbono almacenado en la biomasa arbórea para el año de referencia 2011 correspondió a 9255.1 t C, disminuyendo levemente en la remediación del año 2018 cuya estimación fue de 9055 t C, lo que muestra una leve disminución de (2.16%) en el carbono neto almacenado en la biomasa, acorde en los usos de la tierra existentes, el bosque ha disminuido su stock de carbono en 458 toneladas, comparado a el valor correspondiente al año 2011, a su vez el componente de pasturas (Cercas vivas + árboles dispersos) han aumentado su stock de carbono en unas 282 t (Cuadro 10).

Cuadro 10. Carbono almacenado en la biomasa arbórea en fincas ganaderas para los años 2011/2018

Uso de la tierra	Carbono total 2011 (Toneladas)	Carbono total 2018 (Toneladas)	Diferencia (Toneladas)
Bosque ribereño	496	485.5	-10.5
Bosque	1720.9	1262.8	-458.1
Pasturas	6992.7	7274.7	282.2
Cultivo	45.5	32	-13.5
TOTAL	9255.1	9055	-200.1

En la figura 9, se presenta el porcentaje de cambio en la densidad de carbono almacenado en las fincas, el cual responde a los cambios de uso de la tierra ocurridos en el periodo 2011 al 2018, se puede destacar que en las fincas grandes la pérdida de áreas de bosque ha ocasionado pérdidas en el carbono almacenado, seguido de las medianas y pequeñas, donde se aprecia un incremento en el carbono almacenado en pasturas.

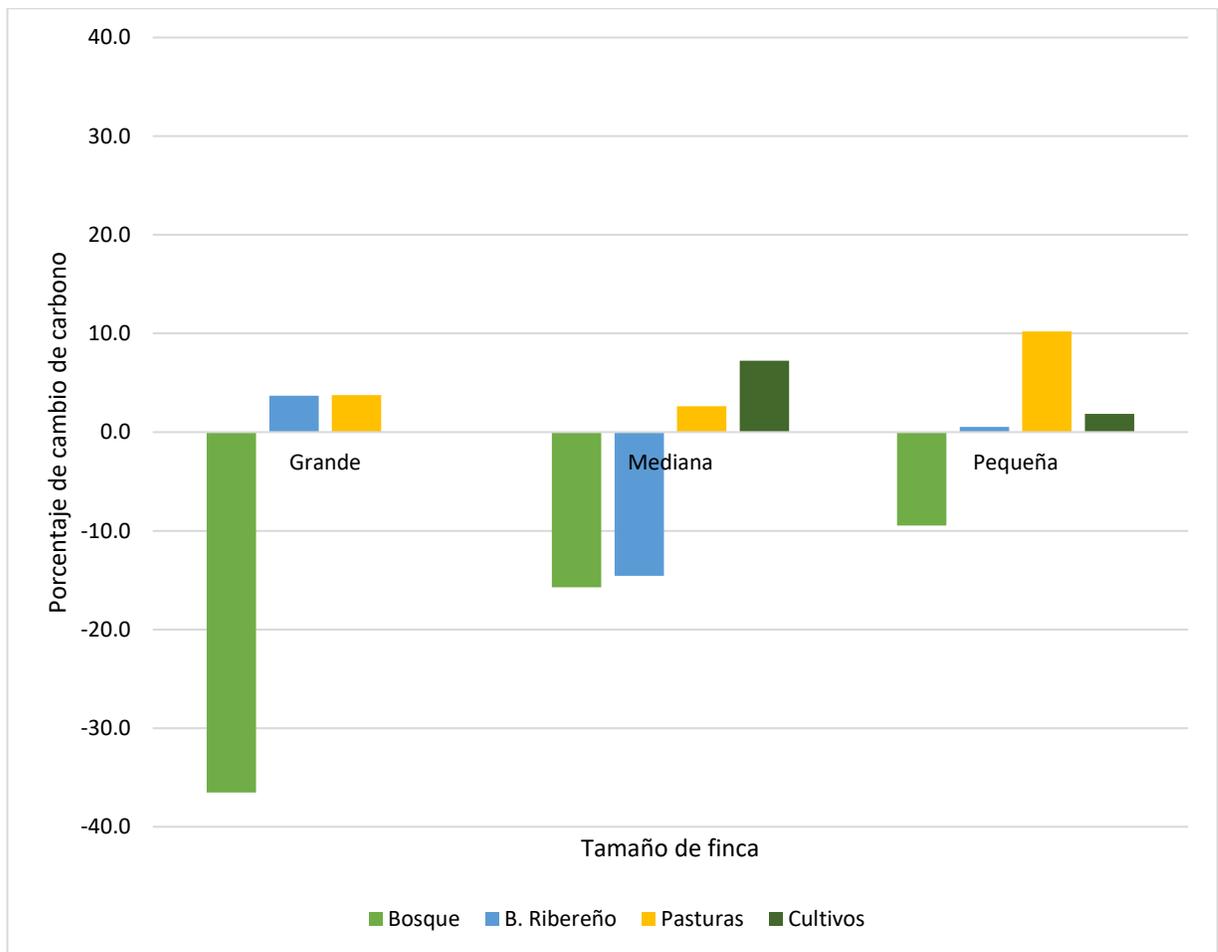


Figura 9. Porcentaje de cambio en la densidad de carbono almacenado

4.6. Priorización de los servicios ecosistémicos

4.6.1. Productores

Los servicios ecosistémicos priorizados por los ganaderos para mantener la productividad en sus fincas en época seca fueron los servicios de provisión de agua para ganado y potable y provisión de forraje para alimentación animal y la producción de sombra mediante el uso de potreros para reducir el estrés calórico de los animales (Figura 10).

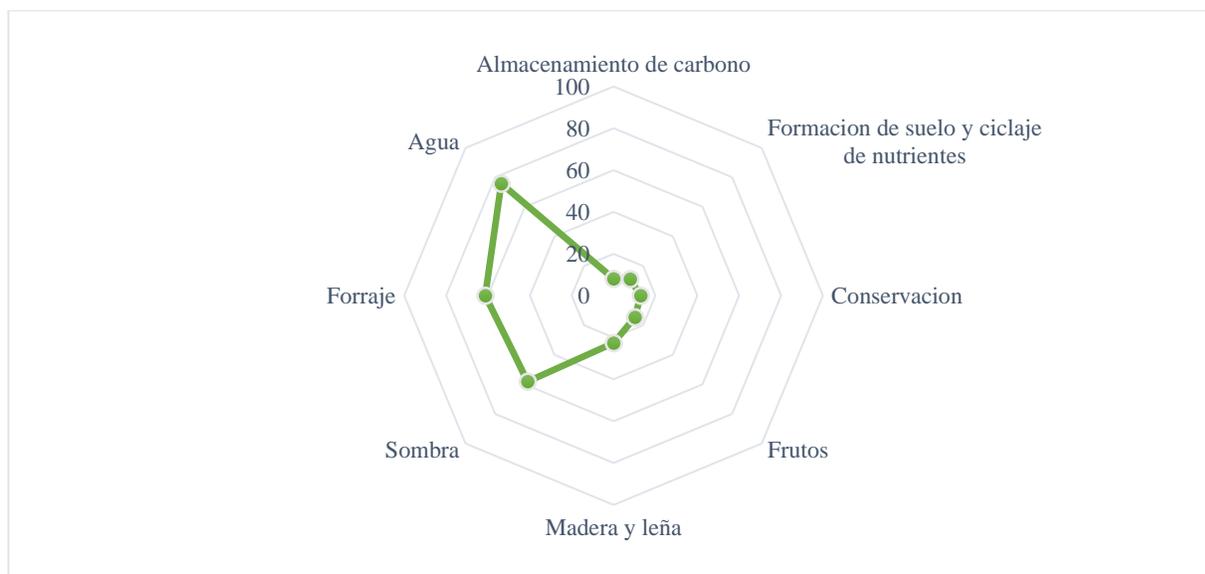


Figura 10. Servicios ecosistémicos priorizados según los productores ganaderos

4.6.2. Sector comercial

Para los compradores y procesadores (Industria de leche y carne) (Anexo 5), consideran que para mejorar el rendimiento y productividad de los sistemas de producción ganaderos las fincas deben fomentar la provisión de servicios ecosistémicos como la provisión de forraje (manejo de pasturas y bancos de forraje), así como la protección del suelo y evitar la erosión, el aprovechamiento de la madera y la leña (Para diversificar el sistema de producción aprovechando las necesidades del recurso en la región). Otro servicio que pueden ser explotados es el estético y recreacional por que la accesibilidad de la zona facilita el agroturismo. Además de esto otro servicio importante para mejorar son la producción de frutos para alimentación animal en época crítica de pastos, mejorar la gestión de pasturas y la conservación de agua y bosques. (Figura 11).

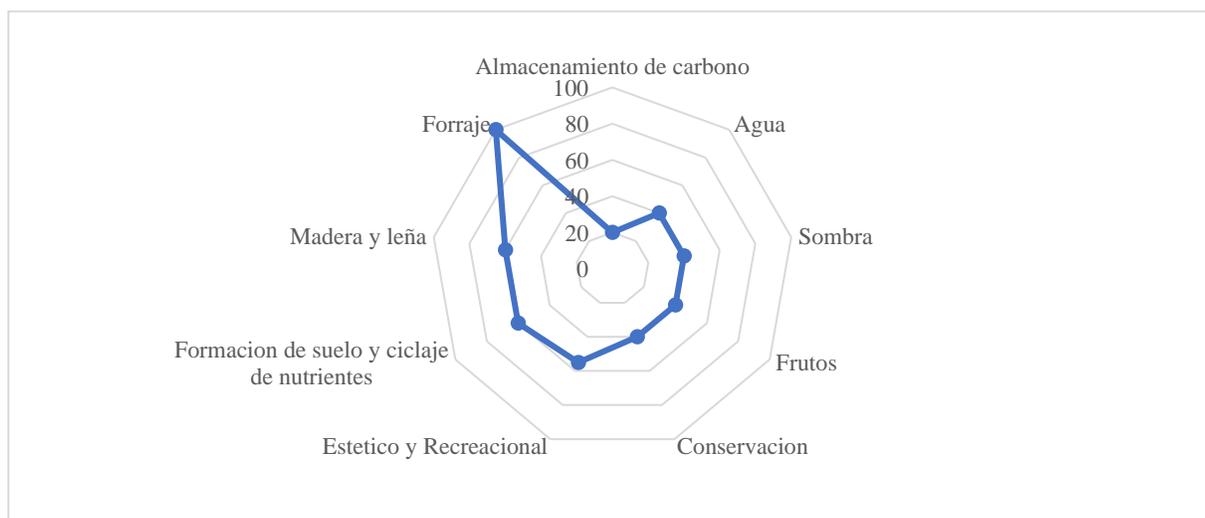


Figura 11. Servicios ecosistémicos priorizados por el sector comercial

4.6.3. Técnicos y especialistas

Este grupo (Anexo 5) considera que los productores han utilizado de manera inadecuada los recursos naturales debido al manejo histórico inadecuado que realizan en las fincas lo que ha reducido la capacidad de causar beneficios económicos causando pérdidas relacionadas a la ganadería. Los 5 servicios de mayor importancia para el desarrollo de la ganadería son la formación de suelo, el ciclaje de nutrientes, la provisión de forraje, la provisión de agua fresca y la captura de carbono dentro de la finca, siendo esto los servicios que manejados de manera adecuada pueden generar beneficios que cambien la situación actual de la ganadería, además de esto se destaca la necesidad de mejorar el uso de madera y la leña, así como aprovechar la diversidad de frutas del sitio (Figura 12).



Figura 12. Servicios ecosistémicos priorizados por los técnicos y especialistas

Contrastando los 3 grupos en los que se enfoca la investigación podemos destacar que los ganaderos es el grupo que tiene una menor comprensión de los SE en el sitio, en contraste con el sector comercial y los técnicos y especialistas que reconocen que son necesarios una mayor cantidad de servicios ecosistémicos para así mejorar la actividad ganadera, pero estos enfocados en los árboles y en el uso de la cobertura arbórea en las fincas (Figura 13).



Figura 13. Servicios ecosistémicos de importancia en cada sector analizado

4.7. Dependencia de los servicios ecosistémicos priorizados para la actividad ganadera

La actividad ganadera requiere de los servicios del ecosistema para funcionar y generar beneficios, sin estos la misma puede limitarse, son necesarios servicios como el ciclaje de nutrientes, la producción de forraje y el manejo de la sombra para los animales, ya que sin estos los costos de producción se incrementarían.

En el cuadro 11, se puede apreciar una valoración de la dependencia a los SE en el manejo ganadero, se aprecia una dependencia alta al ciclaje de nutrientes, a la provisión de forraje, al agua y a la provisión de sombra para el ganado, estos servicios los productores consideran vitales para la actividad, y si no los tuvieran en la finca, causarían un aumento significativo en sus costos de producción. La conservación de la biodiversidad, los frutos, así como la madera, son servicios que los ganaderos consideran de una dependencia media, los cuales su falta puede causar costos en la finca, pero los cuales no son determinantes para su actividad.

Cuadro 11. Matriz de resumen de dependencia a los servicios ecosistémicos prioritarios en la actividad ganadera (Productores)

Clave: Dependencia alta ● Dependencia Media ◐ Dependencia Nula ○

Servicios del ecosistema	Dependencia
Formación de suelo	◐
Ciclaje de nutrientes	●
Forraje	●
Conservación de biodiversidad	◐
Frutos	◐
Agua	●
Energía (Energía eléctrica y gas obtenido de biodigestión)	○
Madera	◐
Sombra	●
Control de erosión	◐
Regulación de plagas y enfermedades	◐
Almacenamiento de Carbono	○
Recreacional	○
Estético	○

4.8. Importancia de los servicios ecosistémicos de la zona

Los servicios ecosistémicos más relevantes para la ganadería en la cuenca están la producción de forraje, conservación de agua para ganado, sin embargo con el análisis con los diferentes actores estos están disminuyendo o algunos se encuentran en proceso de degradación debido a las malas prácticas ganaderas como lo son la ganadería extensiva, quemas y excesiva fumigación lo que ha reducido la productividad en las fincas, así como la carencia de mano de obra y una baja asistencia técnica, que aunado a la poca capacitación en temas ambientales y a los limitados recursos de las instituciones estatales del sitio, no pueden llegar a los sitios donde se necesita. Las malas prácticas han ocasionado la pérdida de otros servicios como ciclaje de nutrientes, erosión y control de inundaciones como se evidencio que los productores continúan con la reducción de la cobertura de bosque lo que índice en la reducción del control de erosión y conlleva a inundaciones lo que afecta el manejo en las fincas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Matriz de resumen sobre el estado observado de la generación de los servicios ecosistémicos en las fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa

Clave: Tendencia a reducir o empeorar el SE (-1) Tendencia a mantenerse (0) Tendencia a mejorar el SE (1)

Servicios del ecosistema	Tendencia Observada
Formación de suelo	-1
Ciclaje de nutrientes	-1
Forraje	-1
Conservación de biodiversidad	-1
Frutos	0
Agua	-1
Energía	0
Fibras	0
Madera	1
Sombra	-1
Control de erosión	-1
Protección contra inundaciones	-1
Control de contaminación	0
Regulación de plagas y enfermedades	0
Captura de Carbono	1
Recreacional	0
Estético	0

Estos patrones de reducción en la provisión de los servicios ecosistémicos se encuentran en su mayoría causados por factores internos de la finca y las actividades que se realizan, pero en su mayoría destacan el sobrepastoreo o la sobre carga animal, el exceso en quemas en época de verano, el manejo inadecuado del agua y la fumigación excesiva (Figura 14).

Mientras tanto fuera de la finca, se generan una serie de factores que son dictados por las actividades predominantes el sitio, en la zona se determinó la agricultura extensiva y la expansión urbana como los principales peligros para la generación de servicios ecosistémicos (Figura 15).

Como se puede observar más del 50% de los factores son generados dentro de la finca, por actividades cotidianas que los ganaderos realizan por desconocimiento o por el poco deseo de realizar cambios al sistema en la finca, el resto de los factores son externos a la finca, pero en su mayoría están relacionados a actividades agrícolas (Agroindustria de caña de azúcar para producir etanol).



Figura 14. Factores internos a la finca que afectan la provisión de SE

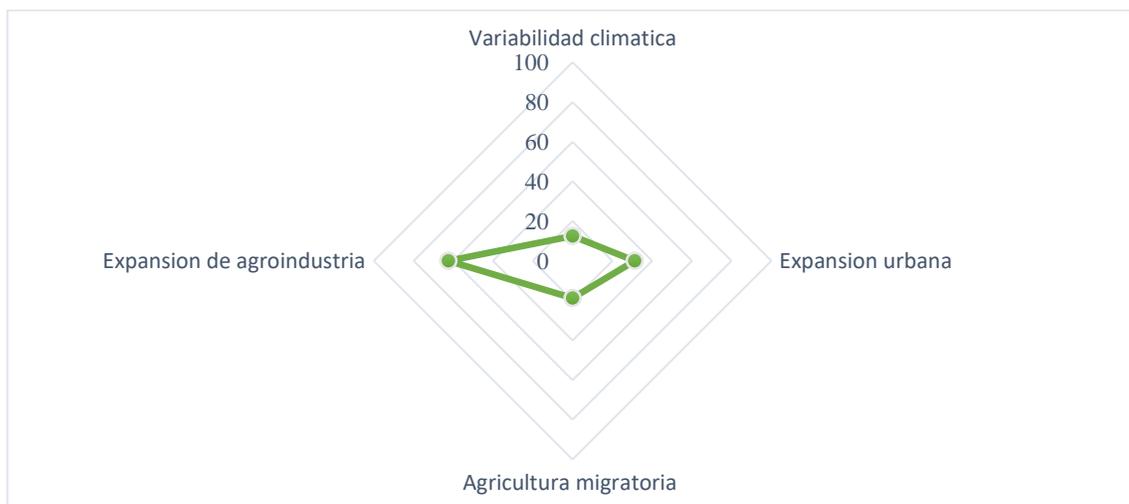


Figura 15. Factores externos a la finca que afectan la provisión de SE

4.9. Identificación de riesgos y oportunidades para la provisión de SE en la actividad ganadera

4.9.1. Riesgos para la provisión de SE

Los productores consideraron 3 servicios relevantes para la actividad, sin embargo, existen una gran cantidad de servicios que son relevantes para que los productores no tengan riesgos en el manejo de la actividad ganadera, y se vean amenazado a desaparecer o a cambiar de actividad por los beneficios que las mismas ofrecen.

Los riesgos y oportunidades a los que una finca ganadera está expuesta se clasifican en 5 categorías: operacional (Manejo de la finca), de carácter regulatorio- legal, de reputación, de mercado y producto y financiamiento.

Los riesgos principales para la producción ganadera son los problemas para conseguir capital, los cambios en las preferencias del consumidor sobre los productos lácteos y cárnicos, las multas asociadas a las malas prácticas ganaderas y perdida de servicios ambientales y aumentos de impuestos en el sector ganadería, los especialistas consideran de a pesar de que ser riesgos muy complicados de que se manifiesten en la situación nacional de Panamá, los factores como aumentos de impuestos e impedimentos de adquisición de préstamos agropecuarios son un tema latente y se encuentran en la agenda de estado para los próximos años como método de castigo a los ganaderos que no se adaptan a las situaciones y tendencia actuales de la ganadería (MIDA 2018) (Figura 16).

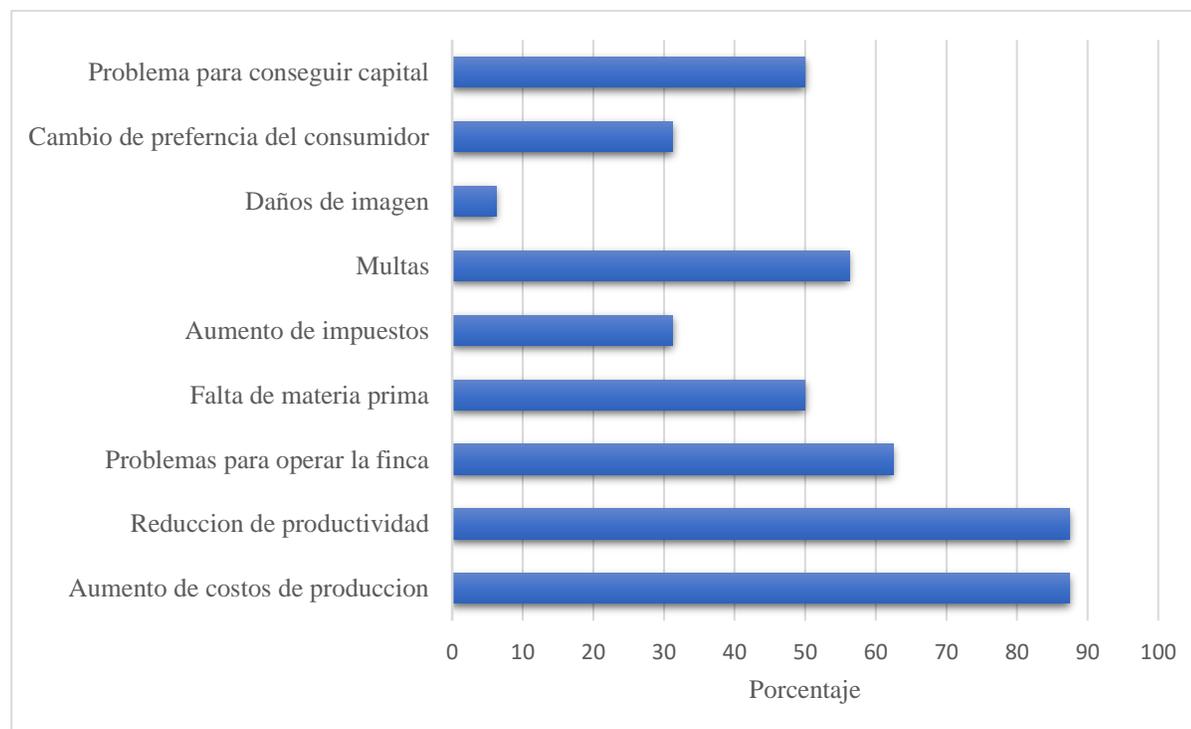


Figura 16. Riesgos relacionados con la producción ganadera generados por la pérdida de SE

El 55 % de los riesgos asociados a la pérdida de servicios ecosistémicos en la opinión de los especialistas se encuentran dentro del entorno de la finca, en el gráfico anterior (Figura 16), se muestran en color verde los riesgos potenciales dentro de la finca, y constituyen una amenaza para el manejo de la ganadería en la región:

1. Gestión de pasturas y agua para la alimentación del ganado (Problemas al momento del manejo de las pasturas por falta de rotación, así como de pasturas mejoradas y pocas mejoras en la finca para mejor uso del agua).
2. Reducción de la productividad asociada a la mala calidad del pasto (En las fincas predominan las pasturas naturales debido a la preferencia de los agricultores, pero esto causa serios problemas en época seca).
3. Aumento en los costos de producción.
4. Problemas para recuperar pasturas degradadas, así como poca inversión en las fincas.

4.9.2. Oportunidades para la provisión de SE

Según los especialistas (Figura 17) las cuatro oportunidades para la ganadería que se pueden adaptar a la zona y ser de fácil aplicación basados en el cambio de tendencias en las políticas públicas de Panamá son:

1. Mercado para los servicios ecosistémicos a través de un pago por servicios ambientales.
2. Desarrollo para un mercado diferenciado mediante productos provenientes de fincas con buenas prácticas ganaderas la cual puede ser un potencial debido al aumento de la demanda en ciertas zonas para estos productos.
3. Producto diferenciado con la huella de carbono, respondiendo así a las nuevas políticas ambientales del país.
4. Diversificación de productos dentro de la finca debido a que existe un alto potencial de explotar nuevos productos o servicios como es la madera y frutas para industrias de exportación en el sitio, adicionado a oportunidades turísticas o agroturismo.

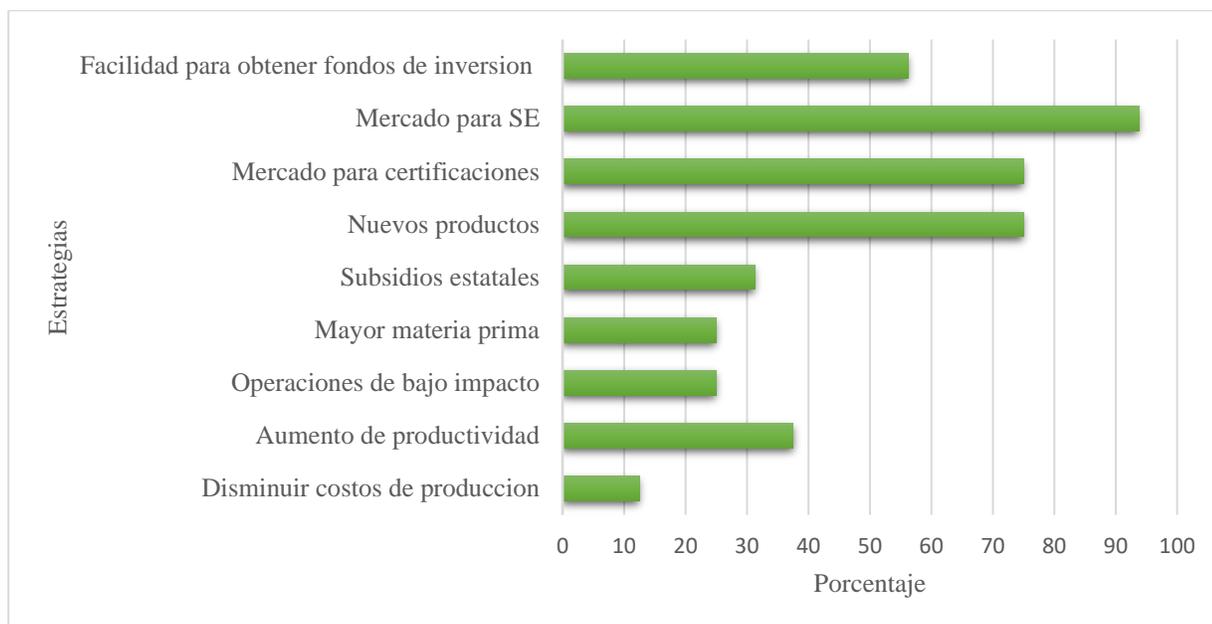


Figura 17. Oportunidades derivadas del aprovechamiento adecuado de los SE

4.10. Estrategias para el manejo de riesgos y oportunidades en sector ganadero por el aprovechamiento de servicios ecosistémicos

La priorización de estrategias es de gran utilidad para el manejo de los riesgos buscando su disminución, y como un aliciente para aumentar o maximizar las oportunidades de negocio dentro de la empresa. Estas estrategias servirán para derivar una serie de decisiones por parte de los ganaderos, y de los entes agrícolas que se encuentran en la zona.

Basado en lo anterior se definen estrategias basado en (Cuadro 13):

1. Manejo de la finca
2. Asociativa (Cámara de ganaderos, ONG e Instituciones estatales)
3. Políticas y mercado

Cuadro 13. Estrategias sugeridas para el manejo de riesgos y oportunidades por el manejo de los servicios ecosistémicos en el sector ganadero de doble propósito en la cuenca del Río La Villa

<p>Manejo de la finca</p>	<p>Implementación de sistemas silvopastoriles Manejo adecuado de desechos y su aprovechamiento Aumentar protección de fuentes de agua Aumentar el uso de leguminosas Aumento de cobertura arbórea en fincas Implementar sistema de cosecha de agua Realizar una planificación de finca (Calendario de actividades) Aumentar la rotación de potreros para evitar compactación y erosión en zonas vulnerables Aumentar el uso de engerías alternas dentro de la finca, así como el aprovechamiento de la biomasa Mejorar los pastos y forrajes dentro de la finca con mayor uso tecnológico adaptado a la zona Implementar técnicas de regeneración asistida Implementar y diversificar el uso de frutales en las fincas Implementar prácticas de conservación de suelo y agua Disminuir quemas dentro de la finca Aprovechamiento adecuado del recurso maderable existente y la implementación de mejoras en el mismo</p>
<p>Asociativa (Cámara de ganaderos, ONG e Instituciones estatales)</p>	<p>Realizar una priorización de las diferentes zonas en la cuenca, para así atender de una mejor manera las problemáticas existentes Fortalecer a los ganaderos, ya sea dentro de cooperativas o asociaciones, para así facilitar la implementación de acciones y que exista una colaboración entre ellos Agruparse para la adquisición de fondos de una manera más expedita Integrar a ANAGAN dentro de las acciones realizadas en la cuenca para así mejorar la comunicación con organismos estatales A través de cooperativas, asociaciones o el comité de cuencas se fomente la investigación en temas agrícolas y ambientales en la zona Integrar a los ganaderos dentro del comité de cuencas de una manera más participativa Construir reservorios de agua de manera comunitaria o por cooperativas</p>

Fortalecer el comité de la cuenca del río La Villa, con la participación de más actores, que los que actualmente participan para así asegurar un mejor aporte de ideas

Aumentar la capacitación y la educación a través de escuelas de campo

Crear un proyecto de fincas agroecológicas y turismo alternativo en la parte alta de la cuenca

Creación de una legislación que apoye los incentivos a los ganaderos que realicen buenas prácticas agrícolas y cuidado del medio ambiente

Creación por parte del MIDA, IDIAP, MIAMBIENTE y la Universidad de Panamá, de un programa de educación ambiental para los ganaderos

Proponer la conversión de la cuenca del río La Villa, en un área de zonificación especial que le permita recibir de manera más efectiva fondos estatales destinados al sector agrícola y pecuario

Facilitar el acceso a la tecnología a los productores para mejorar la situación de las fincas

**Políticas y
Mercado**

Solicitar un cambio a la Ley 25 de Transformación agropecuaria para que la misma se adapte a la situación actual del sector agro en la zona

Implementar sanciones o castigos ejemplares a través de una legislación para los ganaderos que realicen un mal manejo de los recursos en el sitio

Respetar el plan de ordenamiento territorial existente en la cuenca

Implementar políticas de mercado que permita la diversificación de productos en la finca

Ejecutar el programa de cadena de frío para aprovechar a corto plazo la cadena de distribución existente en el sitio

Incentivar a nuevas empresas a invertir en la zona y mejorar la oferta y demanda de productos

5. DISCUSIÓN

La cobertura arbórea en fincas ganaderas ronda alrededor del 14 % y se encuentra en su mayoría en fincas pequeñas y medianas, a diferencia de las fincas de gran tamaño que tienen una baja cobertura arbórea (12 %), estas diferencias también tienen relación a la carga animal en las fincas y a la producción de leche en las mismas.

Las diferencias en la carga animal, muestran que las fincas pequeñas al manejar una mayor cobertura mediante prácticas silvopastoriles, pueden mantener una carga animal más alta, lo que evidencia que las fincas al tener una mejor cobertura favorecen a mantener una productividad y un número mayor de animales por hectárea que en fincas más grandes y de menor cobertura, esto lo ha evidenciado algunos estudios como (Bethancourt *et al.* 2003; Souza *et al.* 2000) que aprecian que el uso de sistemas silvopastoriles como cercas vivas y árboles dispersos en potreros son factores que mejoran la productividad de leche y mejoran el confort de los animales a proveer sombra para el ganado.

En las fincas el principal cambio de uso de la tierra se encuentra en la ampliación de las áreas de pasturas y la reducción de la cobertura boscosa, debido a la expansión de la ganadería, además se evidencia la reducción de las zonas de cultivos anuales y su cambio a infraestructura para mantener y aumentar la actividad ganadera. Esta tendencia de cambio de uso de la tierra en las fincas es la misma tendencia encontrada en estudios en zonas similares donde uno de los principales drivers de deforestación es la ampliación de pasturas para la ganadería.

Patrones similares de deforestación y cambios en el uso de la tierra han sido reportados en Panamá en la zona de Darién (MIAMBIENTE 2018), este patrón también se mantiene en otras regiones de Mesoamérica en datos reportados por (Orozco *et al.* 2012) y (Camacho-Sanabria *et al.* 2015), donde la expansión ganadera es la principal amenaza para el bosque y el recurso forestal.

Los cambios de uso agrícola (cultivos anuales) a infraestructura para ganadería, y principalmente para la construcción de abrevaderos evidencia los problemas de agua en la época seca y la necesidad de almacenarla, este cambio ha sido más evidente en fincas pequeñas y medianas y que no tienen acceso a un río o quebrada dentro de los límites de la finca.

A un nivel más específico, los ganaderos pequeños que son los que poseen mayor porcentaje de cobertura arbórea, no han realizado cambios importantes en sus fincas, estos cambios radican más en fincas medianas y grandes destacando que los medianos ganaderos han realizado cambios importantes orientados al aumento de árboles en su finca por programas de reforestación, pero en contrario los ganaderos más grandes y tecnificados han aumentado la reducción de cobertura en la finca y aumento de pastos, esto que puede deberse a los bajos rendimientos en la producción, por lo que están elevando el número total de hectáreas destinadas a la ganadería, posiblemente buscando una disminución de la carga animal y mejorar los rendimientos a largo plazo.

La reducción del bosque ribereño, y la aparición de infraestructura gris en los márgenes del Río La Villa y sus afluentes es señal del aumento en la demanda de agua, que más allá de llevar a deforestación de los márgenes del río y quebradas, ha impactado en el suelo, haciendo perder su cobertura natural para la construcción de estanques y sistemas de riego.

Este aumento en la demanda de agua y los impactos sobre el bosque ribereño es similar a lo que manifiesta (Lopez *et al.* 2014) los cuales indican que en el altiplano mexicano, los cambios de uso de suelo que han provocado la expansión de la ganadería y agricultura, han causado daños irreversibles a los márgenes de los ríos, por la necesidad creciente de obtener agua para regadíos a través de sistemas artificiales de riego, causando así la destrucción del ecosistema y la pérdida de fauna nativa del sitio.

Estos cambios en el uso de la tierra han afectado en reducir el carbono almacenado, principalmente con la pérdida del carbono almacenado en la masa boscosa causando una reducción del 2 % entre el 2011 y 2018, estos resultados evidencian que a pesar del manejo que se le da a los árboles en las finca y los arreglos silvopastoriles existentes, no se compensa el carbono perdido a través de las transiciones de uso de la tierra, mismos patrones que los encontrados en la zona por (Hassan 2011).

Un resultado similar es destacado por (Rodríguez 2016), la cual menciona que las zonas de tendencia agrícola son las causantes de la mayor pérdida de carbono almacenado a largo plazo, principalmente por la expansión de la actividad y que a pesar de que se introduzcan nuevas especies y arreglos agroforestales y silvopastoriles, la pérdida causa en los cambios de uso de la tierra son mayores a lo que se puede recuperar.

Para los productores y especialistas en la zona, es necesario implementar un pago por servicios ambientales o una modalidad de incentivo económico o fiscal que permita a los productores llevar a cabo prácticas para de manejo ganadero amigables con el ambiente lo que fomente un incremento en la cobertura arbórea y protección en general del ecosistema.

Esta falta de incentivos se ve reflejada por los cambios de uso de la tierra, ya que los productores se siguen expandiendo sin tener en cuenta el medio ambiente, ya que nada los regula, o en su defecto los incentiva a mejorar su actividad y las condiciones del manejo ganadero en la finca y su relación con el medio ambiente.

Muchos autores consideran que la formación de suelo y el ciclaje de nutrientes, así como el mantenimiento de la biodiversidad a través de la creación y mantención de hábitat dentro de la finca es de importancia para que la ganadería se desarrolle de una manera óptima (Navarro 2012). Pero es importante señalar que, para los ganaderos de la zona en su mayoría, no consideran el manejo adecuado del suelo y los servicios que en estos se dan como importantes para que el sistema dentro de su finca se desarrolle de una manera adecuada, proveyendo servicios de utilidad.

Este poco conocimiento sobre el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos por parte de los ganaderos puede ser provocado principalmente por la falta de capacitación en temas

ambientales, pero además de esto puede verse influenciado por el alto nivel económico que presentan los ganaderos, y a la facilidad que existe en el sitio, a conseguir recursos externos, por lo cual no aprovechan los recursos de la finca.

Es importante señalar que el sector comercial considera que a pesar de que no sean servicios directamente relacionados a la actividad ganadera, el servicio recreacional y estético o de paisaje dentro de las áreas ganaderas, es un punto importante a manejar, ya que el impulso del turismo y agro turismo en la zona es bajo, pero las condiciones geográficas y de accesibilidad del sitio de estudio, brindan un potencial recreacional y turístico que siendo aprovechado de manera adecuada puede ser importante como un apoyo extra a las actividades ganaderas tradicionales de la zona.

En el sitio según datos del Ministerio de comercio e industrias (MICI 2016), se ha dado un incremento de ventas de lotes y fincas en la zona para actividades recreacionales, así como la aparición de hoteles y hostales con opciones de agroturismo, senderismo y opciones de acampar, que ha impulsado este sector de servicio en la zona, abriendo la puerta a nuevas oportunidades de negocios, directamente relacionada a los recursos del sitio.

Francis y Rotolo (2014) consideran que la sociedad, especialmente el sector agrícola, asumen que la provisión y accesibilidad de los servicios aportadas por la naturaleza es libre e inagotable, y no comprenden la necesidad de que estos servicios estén en sus fincas, lo que lleva con el tiempo a una pérdida de productividad, que este íntimamente relacionada a la degradación del ecosistema dentro de la finca o área productiva.

Es de importancia señalar que según los resultados de la evaluación el ciclaje de nutrientes, la producción de forraje, la provisión de agua y la sombra de los árboles, son los servicios a los que mayor dependencia se tiene dentro del área de estudio, a esto podemos agregar que estos servicios como tales, no tienen un remplazo para el productor, por lo que las afectaciones a la actividad ganadera en caso de una pérdida total de los mismos pueden derivar en el fin de la actividad ganadera o causar afectaciones económicas de importancia (MIDA 2018).

Un punto destacable es la importancia de los recursos y servicios ecosistémicos según el sector de la cuenca, basados a lo experimentado en campo, y las visitas a las fincas, los productores de la parte media y baja de la cuenca tienen una mayor conciencia sobre el uso de los recursos, esto debido a la escases en el sitio, en diferencia a los productores de la parte alta, los cuales poseen recursos abundantes y no presentan escases en época seca, no tienen conciencia ambiental y son los que más impactos están realizando sobre los recursos existentes.

Navarro (2012) indica que en sistemas agrícolas y pecuarios de pequeña y mediana extensión las afectaciones ambientales o factores de cambio al ecosistema o daño ambiental están dado en su mayoría por acciones causadas dentro de la finca, o acciones cotidianas de la actividad productiva que llevan a impactos graves sobre el ecosistema.

Según sean manejados los servicios ecosistémicos pueden generar una serie de oportunidades, que pueden generar beneficios a las fincas, pero si no son manejados de una

manera correcta pueden generar riesgos de importancia que afectaran la actividad realizada (WRI 2012).

Las oportunidades, son opciones actividad económica para sobrevivir a una crisis, o una estrategia en el manejo de recursos, estas oportunidades y como aprovecharlas dependerán del nivel de interés de los productores, así como del apoyo externo del mercado en tema de demanda y el apoyo de asistencia técnica, así también como el apoyo recibido de políticas públicas y privadas que ayuden al desarrollo y aprovechamiento de la actividad económica, una de estas opciones de mejora está relacionada con la implementación del NAMA ganadería en Panamá y los efectos del mismo en las mejoras en la finca.

Pero a pesar de la gran cantidad de oportunidades que posee el sitio para mejorar, existen amenazas para el sector ganadero en el sitio, estas amenazas en su mayoría están relacionadas a las actividades en la finca y causan disminución de la productividad, además de estos factores la expansión de la agroindustria y la expansión urbana están haciendo desaparecer la ganadería de la parte baja, y estos ganaderos migran a las zonas altas donde están causando presión sobre el bosque existente.

Un punto para destacar es el de la facilidad bancaria, o el acceso a fondos de inversión verde, a través de banca privada, ONG, el Banco Nacional de Panamá, el Banco de desarrollo agropecuario y el Instituto de seguros agropecuarios, permitiendo así, que, en un futuro próximo, el aprovechamiento y estado del ecosistema dentro de la finca sea el indicador principal para conseguir financiamiento agrícola (MIDA 2018).

Para el MIDA (2017), proponer planes de manejo ambiental adaptados a el entorno de la Ley 25 en la sección de manejo ambiental y el apoyo del ministerio de ambiente a través de alianza por un millón de hectáreas y programas de desarrollo verde, se puede mejorar de forma significativa el valor del producto dentro de las fincas ganaderas, así como los ingresos alcanzados por los ganaderos.

Los riesgos existentes en el sitio van enfocados a la falta de materia prima, así como a los problemas de conseguir capital o multas asociadas por malas prácticas ganaderas en las fincas y que en futuras legislaciones pueden ser aplicadas por el ministerio de ambiente y el ministerio de desarrollo agropecuario.

Mejorar la ganadería en la cuenca, es responsabilidad de todos los entes en el sitio, y del apoyo externo que pueda recibir y el mismo no debe verse limitado por nivel económico o tecnológico en las fincas, ya que todos los ganaderos sin importar tu tamaño deben impulsar las mejoras del sitio.

Según (IDIAP y MIDA 2017) reconocen que para que puedan llevarse a cabo estas estrategias, debe haber una colaboración del ganadero y no funcionara sin que se trabaje en una capacitación extensiva en el sitio y así mejorar el conocimiento y apoyar a la colaboración por parte de los ganaderos.

6. CONCLUSIONES

- Los resultados muestran una disminución de la cobertura arbórea y la expansión y predominancia de pastizales lo cual evidencia que la ganadería sigue ganando terreno dentro de la cuenca del Río La Villa, lo que supone que es una actividad económica de vital importancia para el sitio, por lo cual se demuestra la necesidad de que se intervenga fomentando la producción ganadera sostenible evitando así mayor degradación ambiental y problemas ambientales a mediano y largo plazo.

- Basados en los resultados obtenidos de las matrices de cambio de uso de la tierra, se evidencia una gran cantidad de cambios, donde los parches de bosques es el uso de la tierra que más cambios ha sufrido transformándose en su mayoría a zonas de pastos con árboles, tendencia que se mantiene sin importar el tamaño de las fincas, lo que evidencia que los productores están creando mayor presión sobre las zonas que aún no son aprovechadas para ganadería y están realizando transformaciones en pro de una expansión de la actividad.

- La pérdida de cobertura, aunado a los cambios constantes en los usos de suelo, principalmente en la reducción de masa arbórea han provocado la disminución del stock del carbono existente en el sitio, lo cual se evidencia en campo con la deforestación llevada a cabo principalmente en la parte media y alta de la cuenca.

- La evaluación corporativa de SE determino que en la cuenca del Río la Villa existen 23 actores principales que influyen o se relacionan con los ganaderos o la actividad de sus fincas, pero los cuales no han causado un impacto significativo en la capacitación o ampliación del conocimiento de los productores en temas ambientales o del manejo sostenible de la finca.

- La provisión de agua para la ganadería y consumo doméstico, la provisión de forraje y la sombra para el ganado son los servicios ecosistémicos de mayor importancia para la ganadería en el sitio, pero a pesar de esto los ganaderos no toman medidas adecuadas para mejorar la provisión de agua o aumentar la cobertura en las fincas.

- El 45% de los servicios ecosistémicos en la zona tienen relación con el sector ganadero, y los mismos presentan tendencias negativas, lo que significa que están siendo impactados por las actividades de manejo inadecuado dentro de la finca, así como en el entorno local y no se están buscando medidas para realizar mejoras.

- La sobrecarga animal, la deforestación en las zonas altas de la cuenca, la aparición excesiva de quemadas en la zona en épocas de verano, así como el uso

inadecuado del agua son los principales factores que están afectando la provisión de servicios ecosistémicos y los cuales son generados dentro de las fincas ganaderas.

- La falta de materia prima, los problemas para operar la finca, la reducción de la productividad y los aumentos en los costos de producción son los principales riesgos de asociados a la pérdida y el manejo inadecuado de SE y son lo que en este momento causan mayores problemas a los ganaderos, y que a vez no están siendo atendidos a través de ningún programa gubernamental o de políticas públicas o privadas.

- La posibilidad para obtener fondos de inversión, un mercado para SE, la diversificación de productos en la finca, así como la aparición de la industria turística y agroturística en el sitio, son las principales oportunidades de negocio que podrían generarse por el aprovechamiento adecuado de los SE.

7. RECOMENDACIONES

- En la cuenca se debe promover una estrategia de restauración forestal con el fin de mantener la provisión de los servicios ecosistémicos, los cuales los productores han visto una reducción principalmente en los últimos años por el problema de las sequías más prolongadas.
- Mediante el fortalecimiento de capacidades a productores y aumento de capacitaciones se debe promover el manejo de SSP para mejorar la sostenibilidad de las fincas y así promuevan la generación de servicios ecosistémicos.
- En esta investigación se refleja la necesidad de la aprobación inmediata de la legislación del pago por servicios ecosistémicos por parte del gobierno nacional y que esta sea ejecutada en la cuenca del Río La Villa por medio de un plan piloto que permita percibir a los ganaderos y agricultores los beneficios reales del manejo adecuado del medio ambiente.

8. LITERATURA CITADA

- Álvarez, A; Mercadet, A. 2012. EL SECTOR FORESTAL CUBANO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO. Cuba, Mdlad (ed.) Havana, Cuba, 243 p. (4). Disponible en http://karin.fq.uh.cu/~lmc/premios_ACC/premios2013/059-2013/03PUBLICACIONES/LIBROS/062011%20LIBRO%20SECTOR%20FORESTAL%20Y%20CC.pdf
- ANAM. 2012. Atlas de las Tierras secas y degradadas de Panamá. Mendoza, L; Dixon, D; Carrasco, D; Lozano, L (eds.). Ciudad de Panamá. 86 p. (1). ISBN 978-9962-609-50-6
- Andrade, H; Figueroa, J; Silva, D. 2013. ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN CACAOTALES (Theobroma cacao) EN ARMERO-GUAYABAL (TOLIMA, COLOMBIA) Scientia Agroalimentaria 1(2013):6-10.
- APRONAD. 17 de diciembre del 2016. Cuenca del Río la villa (Blog). Chitré, Panamá, Apronad. Disponible en <https://apronadpanama.wordpress.com/category/cuenca-del-rio-la-villa/>
- APRONAD. 2008. Resiliencia al cambio climático en Azuero Panamá, Disponible en <https://apronadpanama.wordpress.com/category/rio-la-villa/>
- Berg, I. 2011. «Ecological aspects of the distribution of different autotrophic CO₂ fixation pathways» «Ecological aspects of the distribution of different autotrophic CO₂ fixation pathways». Appl. Environ. Microbiol (Environment) 6(77):25-36. doi 10.1128/AEM.02473-10.
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Revista Agroforestería en las Américas 10(39-40):47-51.
- Camacho-Sanabria, JM; Pérez, JIJ; Jaimes, NBP; Vargas, EGC; Peña, LCB; López, MS. 2015. Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña Madera y Bosques 21: 93-112. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n1/v21n1a8.pdf>
- CATHALAC. 2014. Seguridad hídrica y cambio climático. CATHALAC (ed.) Ciudad de Panamá, 102 p. (1). Disponible en <http://www.cathalac.int/jdownloads/cambio-climatico/Seguridad%20Hidrica%20y%20Cambio%20Climatico%20estudio%20comparativo%20web.pdf>
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2009. Manejo Integral de la Cuenca del Río La Villa. Rev. Info CATIE Panamá. 9 (1).
- Chave, J; Andalo, C; Brow, S; Cairns, M; Chambers, J; Eamus, D; Fölster, H; Fromard, F; Higuchi, N; Kira, T; Lescure, J; Nelson, B; Ogawa, H; Puig, H; Riéra, B; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. ecologies 1(145):87-99. doi 10.1007/s00442-005-0100-x
- CREAF. 2007. Ecosistemas degradados Barcelona, España, CREA. (152). Disponible en <http://www.creaf.cat/es/publicacionshttp://www.creaf.cat/es/publicacions>
- Dominguez, Y. 2015. Caracterización del componente arbóreo y arbustivo en fincas ganaderas de la cuenca del río la villa. Tesis Licenciatura. David, Panamá, Universidad de Panamá. 90 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. “FRA 2010 Términos y Definiciones”, *Global Forest Resources Assessment 2010* website. FAO Publication, Rome. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Tackling Climate Change Through Livestock. Rome, Italy. 139 p.
- Faria, J. 2015. Especies de árboles a sembrar en los potreros en el trópico. Faria, J (ed.). Mexico DF, ENGOMIX. 10 p. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/especies-arboles-sembrar-potreros-t32170.htm>
- García, R. 7 de marzo de 2016. ¿Qué es un sensor remoto? (Blog). Madrid, España, Mundo SIG. Disponible en <https://mundosigs.wordpress.com/2016/03/07/que-son-los-sensores-remotos/>
- Giraldo, C. 2012. Ganadería sostenible de trópico de altura. Díaz, F; León, R (eds.). Cali, Colombia, CIPAV. 200 p. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/272092949_Arias_J_Giraldo_G_Lopera_A_L_A_Pulido_Diversidad_de_Escarabajos_coprofagos_en_la_cuenca_del_rio_Guacha_2012_pp_148-153_En_Giraldo_C_Diaz_F_R_Gomez_eds_2012_Ganaderia_sostenible_de_tropico_de_altura_en
- González, M. 2008. Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Mtz. y *Quercus* sp. en el norte del Estado de Chiapas, México. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 97 p.
- Guevara, S; Laborde, J; Sanchez, G. 2005. Los árboles que la selva dejó atrás *Interciencia* 30(10):595-601. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/46416817_Los_arboles_que_la_selva_dejo_a_tras
- Hassán Vásquez, JA. 2013. El ciclo de vida en la Producción de leche y la dinámica de las emisiones de gases de efecto invernadero en fincas doble propósito de la península de Azuero, República de Panamá. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.
- IDIAP. 2017. Ganadería en el arco seco (Entrevista). La villa, Los Santos, Panamá, IDIAP.
- INEC. 2011. Estadísticas nacionales censo agropecuario. INEC (ed.) Panamá, Ciudad de Panamá, Contraloría general de la república. (1).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Sistema de Información Geográfica. MEXICO, DF, INEGI. 60 p.
- Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia". 1974. Clasificación de los suelos según capacidad agrologica Panamá, Ciudad de Panamá, Instituto Tommy Guardia Esc.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. Cambio climático. Informe de Síntesis. Watson, R (ed.). Ginebra, Suiza. 1200 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2011. Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Field, C (ed.). USA, Cambridge University Press. 1150 p. (A). Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5_PartA_FINAL.pdf
- Koomen, E; Rietveld, P; De Nijs, T. 2008. Modelling land-use change for spatial planning support (en línea). *The Annals of Regional Science* 42:1-10. Consultado 18 Nov. 2012. Disponible en <http://download.springer.com/static/pdf/195/art%253A10.1007%252Fs00168-007-0155>
- López, D; Soto, L; Jiménez, G; Hernández, S. 2013. Relaciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de *Acacia pennatula* y *Guazuma ulmifolia* en dos comunidades del norte de Chiapas, México. *Inter ciencia* 28(006):334-339 p.
- Martínez-Encino, C; Villanueva, G; Casanova, F. 2013. Densidad y composición de árboles dispersos en potreros en la sierra de Tabasco, México. *Agrociencia* 47(5):483-496.

- Disponible http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000500006&lng=es&nrm=iso. accedido en 17 sept. 2018
- Martínez-Rodríguez, M.R., Viguera, B., Donatti, C.I., Harvey, C.A. y Alpízar, F. 2017. La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 40 páginas.
- MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Watson, R; Zakr, AH (eds.). Washington D.C., WRI.
- Meyer, T; Turner, H. 2007. Land Use and Cover Change Oxford bibliografy 1(56):
- MiAmbiente (Ministerio de Ambiente). 16 septiembre 2015. Foros Regionales de Consulta y Validación con Actores Clave REDD+ (Foro Virtual). Panamá, Ciudad de Panamá, Disponible en <http://www.miambiente.gob.pa/redd/index.php/2012-12-06-22-51-13/110-se-inician-los-foros-regionales-de-consulta-y-validacion-con-actores-clave-redd>
- MIAMBIENTE. 2018. Diagnostico final de la cuenca del rio la villa CATHALAC; CONAGUAS; ANCON (eds.). Ciudad de Panamá, 109 p. (1). No. 076.
- MICI. 2016. Informe anual de gestión 2015. MICI (ed.) Ciudad de Panamá, 356 p. (2). No. 098. Disponible en <http://www.mici.gob.pa/subcategoria.php?cid=18&sid=71>
- MIDA. 2011. Aportes para el desarrollo del sector agropecuario y rural de Panamá. MIDA (ed.) Ciudad de Panamá, Gobierno de la república de Panamá. 55 p. (4). Disponible en <https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/aportesmidasector.pdf>
- MIDA. 2017. MEMORIAS 2017. MIDA (ed.) Ciudad de Panamá, 68 p. (4).
- MIDA. Enero 2018. Entrevista-MIDA-Herrera y Los Santos (Entrevista). Chitré, Panamá, MIDA
- Montenegro, A; Filella, J; Valdivia, N. 2017. Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano. 22:39-49.
- Montilla-Pacheco, J. 2016. Comportamiento espacial del bosque ribereño en el curso bajo del rio Portoviejo y la quebrada chillan, Provincia de Manabí, Ecuador Rev Int Cont Ambiental 1(33):15.
- Navarro, A. 2012. Reutilización de agua para la agricultura y el medioambiente Agua y Territorio 1(8):80-92. Disponible en <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3298/2686>
- Núñez, R; Ramírez, R; Fernández, S; Araujo, O; García, M; Díaz, TE. 2015. La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. Romo, JS (ed.). Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 44940, PRINTING ARTS MEXICO, S. de R. L. de C. V. 50 p. Disponible en file:///C:/Users/YUSSEF/Downloads/ALPA_Libro2015_Miguel.pdf
- OAB (Observatorio Ambiental de Bogotá). 2014. Censo de Arbolado Urbano (en línea, Sitio Web). Consultado 28 feb 2017.
- Orozco, G; Azucena, J; Gutiérrez, C; Gastón, J; Pérez, J; Isabel, J; Plata, B; Ángel, M. 2012. PROCESOS DE CAMBIO EN EL USO DEL SUELO DE UNA MICROCUENCA EN EL ALTIPLANO MEXICANO. EL CASO DEL RÍO SAN JOSÉ EN EL ESTADO DE MÉXICO Papeles de geografía 55(56):63-73. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/407/40726731009.pdf>
- Peña-Cortés, F; Escalona-Ulloa, G; Rebolledo, J. Efecto del cambio en el uso del suelo en la economía local: una perspectiva histórica en el borde costero de La Araucanía, Sur de Chile. 2009. Pincheira-Ulbrich, O (ed.) Buenos Aires, Argentina Programa

- Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). 184-197 p. (5). No. 1.
- Pilar, A. 2009. DEGRADACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES LATINOAMERICANOS Revista Ambienta (92):58-70.
- Pineda L., M., C. Ortiz G. y V. Sánchez L. 2009. Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. Madera y Bosques 11(2):3-14.
- Rodríguez, K. 2016. Instrumentos económicos voluntarios para la conservación: una mirada a su surgimiento y evolución en México. Revista sociedad y economía (25):75-106.
- Rodríguez, M. 2016. Stock de carbono del suelo, a escala local, en ocho sistemas de uso agrícola del piedemonte llanero. Tesis Ph.D. Palmira, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 140 p. Disponible en http://bdigital.unal.edu.co/51731/1/PhD.Maryory_mayo.pdf
- Rótolo, G; Francis, C. 2014. Los servicios ecosistémicos en el corazón agrícola de argentina Disponible en file:///C:/Users/YUSSEF/Downloads/Los_servicios_ecosistemicos_en_el_corazon_agri cola.p
- Serrano, JR; Andrade, H; Mora-Delgado, J. 2014. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA ARBÓREA EN UNA PASTURA DEL TRÓPICO SECO EN TOLIMA, COLOMBIA Agronomía mesoamericana 25(1):99-110.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F.2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería de Las Américas 7 (26):53-56. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Tobar, D; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en paisajes fragmentados de américa central Pulido, LA (ed.). Turrialba, Costa Rica. 42 p. (373). Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4288/Valor_de_los_sistemas_silvopastoriles.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tubiello, S. 2014. Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra Emisiones por fuentes y absorciones por sumideros. Cónдор Golec, AF, S. Rossi, R. Biancalani, S. Federici, H. Jacobs, A. Flammini (ed.) ROMA, FAO. (5).
- UPC. 2012. Imágenes satelitales y su aplicabilidad al entorno agrícola Sánchez, J; Harris, L (eds.). Seminario nuevas tecnologías Barcelona, España.
- USDA. 2016. Silvicultura para el cambio climático (Electrónico). SERVICE, UF (ed.). Digital ed. Washington DC. Estados Unidos Disponible en <https://www.fs.usda.gov/ccrc/temas/silvicultura/silvicultura-para-el-cambio-climatico>
- Valdez-Lazalde, J.R. y T.B. Lynch. 2012. Merchantable and total volume equations for thinned natural stands of patula pine. Agrocienza 34(6):747-758
- Vásquez, P; Quintero, F. 2009. Efecto del Diámetro de las Estacas de Matarratón (*Gliricidia sepium*) Sobre el Crecimiento de Ramas Laterales. Vásquez, P; Quintero, F (eds.). Caracas, Venezuela 16 p. (3).
- Vázquez, VHL; Plata, MAB; Mejía, MCC; Pere, JIJ; Cedillo, JGG. 2014. Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano Ciencias de la tierra 22(2):136-144. Disponible en <file:///C:/Users/YUSSEF/Downloads/DialnetCambioDeUsoDeSueloEImplicacionesSocioeconomicasEnU-5116566.pdf>
- Vázquez, VHL; Plata, MAB; Mejía, MCC; Pérez, JIJ; Cedillo, JGG. 2014. Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano Ciencia Ergo-sum 22(2):137-144.

- Velásquez, L; Vargas, G; Carmona, T. 2008. Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán Madera y Bosques 6(2):13-28. Disponible en www.researchgate.net/publication/242624848_Efecto_de_la_ganaderia_extensiva_sobre_la_regeneration_arborea_de_los_bosques_de_la_Sierra_de_Manantlan
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel H. 2003. Tipología de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica Agroforestería de las Américas 10(39-40):9-16
- Wei-Salas, S; Durán-Quirós, A. 2014. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SUELO EN LAS PRINCIPALES ÁREAS AGRÍCOLAS DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA (GAM) DE COSTA RICA Agronomía costarricense 39(1):149-160. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/19553/19637>
- WRI. 2012. Estudio sobre los servicios de los ecosistemas corporativos. Lash, J (ed.) Estados Unidos, 60 p. (1). No. 1.0. Disponible en <https://www.wri.org/publication/corporate-ecosystem-services-review>
- Zelaya, MY. 2017. Prácticas de uso de suelo en sistemas de producción de fincas ganaderas doble propósito, su efecto en captura y emisiones de dióxido de carbono (CO₂), en los municipios de Matiguás y Muy Muy, departamento Matagalpa año 2016. Tesis M.sc. Matagalpa, Nicaragua, UNAM. 80 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a productores. Características de la finca

Fecha		Hora		Ubicación de la finca	
Nombre del productor				Edad	
Coordenadas					
Encuestador					
Observaciones					
Area de la finca (Ha)					
¿Tiene otras fincas?					
Si		No		¿Cuántas?	
Topografía de la finca					
Plana		Ondulada		Quebrada	
Tipo de actividad ganadera					
Ceba		Leche		Doble proposito	
Usos de suelo (Ha)					
Ganaderia		Agricultura		Bosques	
Pasturas					
Natural sin arboles		Natural con pocos arboles (Baja densidad)		Natural con muchos arboles (Alta densidad)	
Mejoradas sin arboles		Mejoradas con pocos arboles (Baja densidad)		Mejoradas con muchos arboles (Alta densidad)	
Cercas Vivas					
1 especie		2 especies		> 2 especies	
Frutales		Cultivo anual		Plantacion forestal	
Bosque ribereño		Regeneracion y/o descanso		Banco Forrajero	
Produccion de Leche					
Verano					
Invierno					
¿Ha recibido Capacitacion para manejo del ganado?					
Si			¿De que entidad ?	MIDA	
No				IDIAP	
				ONG	
				OTRO	

Anexo 2. Matriz para evaluación de servicios ecosistémicos prioritarios (Encuesta para productores)

Parte 1. Dependencia a los servicios ecosistémicos

Servicios ecosistémicos que pueden tener un impacto + o - por parte de la actividad ganadera		Dependencia de la ganadería a los servicios ecosistémicos	
Servicios ecosistémicos	Descripción	1. ¿Puede desarrollar la actividad ganadera faltando este servicio ecosistémico? (Si / No)	2. ¿La falta de este servicio ecosistémico genera costos adicionales que afectan el desarrollo de su actividad ganadera? (Si / No)
Producción de forraje	Producción de pastos y gramíneas para la alimentación ganadera		
Frutos	Frutos para alimentación humana y animal		
Leña	para energía		
Madera	Construcción		
Sombra para el ganado	Beneficio de árboles reducción stress calórico		
Agua potable	Obtención de agua para consumo humano de pozos, cabecera de ríos otros		
Agua para cultivos	Obtenida de quebradas ríos, ojo de agua, etc.		
Conservación de suelo	Manejo de pasturas y protección de sitios con alto riesgo de erosión, derrumbes		
Protección de fuentes de agua	Protección de cuerpos de agua en las fincas		
Regulación quemas de áreas para la ganadería	Se evita las quemas para el manejo de pasturas		
Regulación del clima carbono y GEI	Manejo de SSP - captura de carbono		
	Protección de bosques - captura de carbono		
	Animales metano- impacto positivo o negativo dependiendo la calidad de la dieta de los animales		
Regulación de erosión	Los bosques en las laderas mantienen el suelo en sitio, evitando así los deslizamientos de tierra, así como buena cobertura de pastos en los potreros		
Regulación de plagas	Murciélagos y garrapatas, la comunidad tiene problemas para el manejo del ganado		
Protección contra inundaciones	Protección de las riveras de ríos en las fincas		

Parte 2. Impacto de la ganadería sobre la provisión de servicios ecosistémicos

	Impacto de la actividad ganadera sobre los servicios ecosistémicos			
Servicios ecosistémicos	3. ¿El manejo ganadero desarrollado en su finca afecta la provisión o la calidad del servicio ecosistémico? (Si / No). De responder Si, Favor contestar la pregunta la 3.1	3.1 con la falta de los SE mencionados que tiene impacto en la actividad ganadera, que impacto le ocasiona (Describir)	4. ¿El impacto de la actividad ganadera a la provisión de este servicio ecosistémico es Positivo (+) o Negativo (-), No sabe o Ambos?	5. ¿El impacto producido por la actividad ganadera al servicio ecosistémico genera efectos en la capacidad de otros a aprovechar el servicio? (Si / No)
Producción de forraje				
Frutos				
Leña				
Madera				
Sombra para el ganado				
Agua potable				
Agua para cultivos				
Conservación de suelo				
Protección de fuentes de agua				
Regulación quemas de áreas para la ganadería				
Regulación del clima carbono y GEI				
Regulación de erosión				
Regulación de plagas				
Protección contra inundaciones				

Parte 3. Complementos para análisis de impactos sobre servicios ecosistémicos

De responder Si a la pregunta 5: **5. ¿El impacto producido por la actividad ganadera al servicio ecosistémico genera efectos en la capacidad de otros a aprovechar el servicio?** Se deberán responder a las siguientes interrogantes que servirán como evidencia para fundamentar el análisis de tendencias en los servicios ecosistémicos. Estas preguntas deberán ser desarrolladas para cada uno de los servicios ecosistémicos.

5.1 ¿El impacto de la actividad ganadera sobre el servicio ecosistémico, puede ocasionar problemas a usted o a la comunidad? 1 _ Nivel de Finca 2_ Nivel comunidad	5.2, En estos momentos, el Servicio tiene algún problema (p.e. Falta de forrajes, frutos, carencia de agua, etc.) (1: Si, 2: NO)	5.3 ¿El manejo que actualmente realiza, ha visto una reducción en el beneficio que ofrece el SE? (Si / No)

Parte 4. Análisis de tendencias en los servicios ecosistémicos

Análisis de tendencias en los servicios ecosistémicos						
Servicios ecosistémicos	6- ¿Este servicio tiene una relevancia para la producción ganadera en la región? (alta, media o baja)	7. Identifique los factores que conllevan a la pérdida de estos servicios	8. ¿Cuál de estos factores se producen en la finca?	9. Los factores identificados, pueden generarse por otros productores u otras personas de la comunidad (si o no)	Explicación	10. ¿Qué limitaciones tiene usted para mejorar o mantener el servicio ecosistémico (político, económico, social, etc.)?
Producción de forraje						
Frutos						
Leña						
Madera						
Sombra para el ganado						
Agua potable						
Agua para cultivos						
Conservación de suelo						
Protección de fuentes de agua Bosque						
Regulación quemas de áreas para la ganadería						
Regulación del clima carbono y GEI						
Regulación de erosión						
Regulación de plagas						

Anexo 3. Matriz para evolución de riesgos, oportunidades y estrategia de manejo, dependiendo de la pérdida o no de los servicios ecosistémicos prioritarios. (Encuesta realizada a especialistas en el área de ciencias agropecuarias y manejo ambiental).

Numero de entrevista: _____ **Fecha:** _____

Hora: _____ **Entrevistador:** _____

Nombre del especialista: _____ **Profesión:** _____

Entidad donde labora: _____

Servicio ecosistémico	Riesgo potencial al perder el Servicio Ecosistémico	Oportunidad Potencial si se mantiene el Servicio Ecosistémico	Tipo de Riesgos u Oportunidad (Manejo de la actividad ganadera, Social, Económico, Político, Financiamiento, Capacitación u asistencia técnica)	Estrategia para poder generarlo
Producción de forraje				
Frutos				
Leña				
Madera				
Sombra para el ganado				
Agua potable				
Agua para cultivos				
Conservación de suelo				
Protección de fuentes de agua				
Regulación quemas de áreas para la ganadería				
Regulación del clima carbono y GEI				
Regulación de erosión				
Regulación de plagas				
Protección contra inundaciones				

Anexo 4. Coordenadas de las fincas incluidas en la investigación

Identificador de finca	Latitud	Longitud	Altitud (Metros)
1	7.91245300	-80.39283000	60.93
2	7.91255700	-80.39310900	62.73
3	7.69555400	-80.78908900	484.34
4	7.79137100	-80.74357300	351.37
5	7.97000500	-80.39475500	9.85
6	7.74406800	-80.72413200	365.95
7	7.70947600	-80.76213300	427.83
8	7.91572500	-80.48168400	56.47
9	7.91717100	-80.48739500	54.96
10	7.89019700	-80.52773400	40.43
11	7.89262100	-80.52111000	33.00
12	7.75947100	-80.51025900	90.91
13	7.71481400	-80.55388600	126.14
14	7.75639100	-80.56040000	107.56
15	7.76983900	-80.56818200	92.94
16	7.66378500	-80.55833900	160.27
17	7.68103400	-80.60531600	116.36
18	7.71199600	-80.53415800	73.72

Anexo 5. Lista de actores involucrados en la actividad ganadera y manejo ambiental dentro de la cuenca del Rio La Villa.

Tipo de Organismo	Organización	Actividad con el Productor
Gubernamental	MIDA (Ministerio de desarrollo agropecuario)	Apoyo técnico
	IDIAP (Instituto de investigación agropecuaria)	Apoyo técnico
	MIAMBIENTE (Ministerio de ambiente)	Apoyo técnico
	BDA (Banco de desarrollo agropecuario)	Financiamiento
	ISA (Instituto de seguro agropecuario)	Financiamiento
	BNP (Banco nacional de Panamá)	Financiamiento
	ACP (Autoridad del canal de Panamá)	Reforestación
	ANATI (Autoridad nacional de titulación de tierras)	Asesoría y Legislación
ONG	ANAGAN (Asociación nacional de ganaderos)	Capacitación
	APLEPC (Asociación de productores de leche de provincias centrales)	Capacitación
	Proyecto agroecológico Azuero	Capacitación/Reforestación
	APRONAD (Asociación para la promoción de nuevas alternativas de desarrollo)	Capacitación
	CIAM Panamá (Centro de incidencia ambiental de Panamá)	Capacitación
Sector empresarial	Prolacsa	Mercado
	Quesos Mery	Mercado
	Quesos Nilo	Mercado
	Nestlé	Mercado
	Subasta ganadera de Panamá	Mercado
	Subasta ganadera central	Mercado
	Carnes de Coclé S/A	Mercado
Otros	CATHALAC (Centro del agua del trópico húmedo para América latina y caribe)	Investigación
	CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza)	Investigación
	Universidad de Panamá	Investigación

Anexo 6. Mapas de uso de la tierra 2011- 2018 para las fincas seleccionadas

