



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

**Balance de gases de efecto invernadero y efectividad del pago  
por servicios ambientales en fincas ganaderas, península de  
Nicoya, Costa Rica**

Por

Jose Mario Cárdenas Gutiérrez

Tesis sometida a consideración de la escuela de posgrado  
como requisito para optar por el grado de

*Magister Scientiae* en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2014

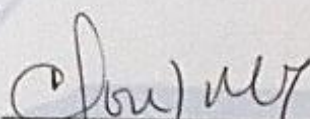
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL**

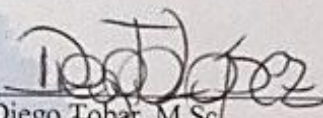
**FIRMANTES:**



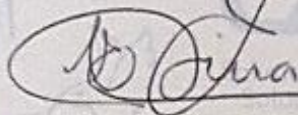
Muhammad Ibrahim, Ph.D.  
**Codirector de tesis**



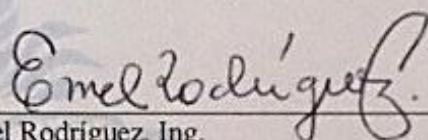
Claudia Sepúlveda, M.Sc.  
**Codirectora de tesis**



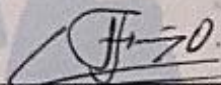
Diego Tobar, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



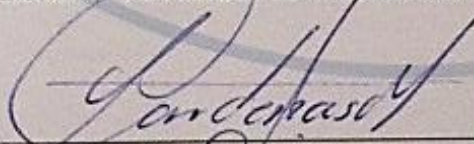
Cristóbal Villanueva, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Emel Rodríguez, Ing.  
**Miembro Comité Consejero**



Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
**Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado**



José Mario Cárdenas Gutiérrez  
**Candidato**

## **ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO**

La investigación realizada en este documento analizó la efectividad del pago por servicios ambientales en el balance de emisiones de gases de efecto invernadero de fincas ganaderas en la península de Nicoya, Costa Rica. Para este tema se realizaron dos artículos. El documento contiene las siguientes partes:

1. Introducción general que abarca información básica de los conceptos y antecedentes sobre el tema de investigación, así como también la justificación, importancia, objetivos, resumen general de toda la investigación, resultados y conclusiones más relevantes del estudio.
2. Primer artículo que aborda la caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) a través de un análisis del marco de los capitales de la comunidad en el sitio de estudio.
3. Segundo artículo que analiza el balance de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con y sin PSA del FONAFIFO.
4. Análisis de la contribución del estudio al desarrollo e incidencia de políticas para la zona de estudio.

Cada artículo cuenta con los siguientes apartados: título, resumen, introducción y objetivo, metodología, resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones y bibliografía de consulta. La numeración de las páginas, las figuras y los cuadros siguen un orden consecutivo desde el inicio hasta el final del documento. Al inicio del documento se incluye una página con la lista de abreviaturas y siglas, éstas serán detalladas con el nombre completo solo la primera vez que aparecen en el documento y artículo, y posteriormente se utilizarán las abreviaciones respectivas.

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso por darme la valentía de ser paciente y tener la convicción de querer seguir escalando la colina de la vida. A todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo de este estudio. A familiares, compañeros, profesores y comité asesor que dieron sus muestras de apoyo durante la realización de los estudios y de este documento.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer este esfuerzo en especial a mi familia por darme aliento y sabiduría para seguir en este camino de la vida. Al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica y al Proyecto Policymix por el financiamiento para realizar mis estudios de posgrado en CATIE. A la oficina del Área de Conservación Tempisque del Sistema Nacional de Áreas de Conservación por brindarme un espacio y hacerme sentir ese compañerismo y amistad que transmite Hojancha.

Quiero agradecer a Claudia Sepúlveda, Muhammad Ibrahim, Cristobal Villanueva y Diego Tobar por confiar en mí y brindarme su apoyo en CATIE como parte del comité asesor. Al grupo de trabajo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente. Además, a los investigadores Leonardo Guerra, Miguel Cifuentes, Francisco Casasola, Francisco Alpizar, Johnny Montenegro, Eduardo Corrales, Sergio Vílchez por los consejos y consideraciones en el desarrollo de la investigación. Al señor Ing. Emel Rodríguez por sus consejos, compartir experiencias, apoyo, solidaridad y sobretodo ese arraigo cultural con Hojancha y Guanacaste.

Al grupo de compañeros de ganadería, Eusebio Ayestas, William Muñoz, Malena Torres y Alma Liz Vargas. Ellos contribuyeron a las discusiones en temas de sombra, huella hídrica, planificación de fincas y evaluación de programas ganaderos.

Al líder de la ganadería sostenible en la región Chorotega Juan Bautista Méndez Cruz, por aprender que la forma de producir en el sector ganadero se puede cambiar. Además, por su gran labor en el Consejo Sectorial Local del cantón de Hojancha. A mi asistente de campo el señor Carlos Luis Salazar –Caliche- por su apoyo, historias, bromas y consejos. A los productores ganaderos de Hojancha, Nandayure y Nicoya quienes me abrieron las puertas de sus fincas y compartieron experiencias y desafíos en el sector ganadero.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
CONTENIDO .....	VI
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES.....	XII
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES .....	XIII
SUMMARY AND KEY WORDS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos del estudio.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Preguntas de Investigación.....	4
Marco conceptual .....	4
La actividad ganadera en Costa Rica.....	4
Buenas prácticas de manejo y sistemas silvopastoriles en la mitigación de gases de efecto invernadero .....	5
Costa Rica y el cambio climático.....	6
Pago por servicios ambientales en Costa Rica.....	7
Propuesta carbono neutralidad de Costa Rica 2021.....	8
Mercados de carbono.....	8
Mercado doméstico voluntario de carbono de Costa Rica.....	10
Marco de los capitales de la comunidad .....	10
Resultados relevantes del estudio .....	11
Conclusiones relevantes del estudio .....	12
Bibliografía.....	12
Artículo I: Caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales bajo el marco de los capitales de la comunidad en la península de Nicoya, Costa Rica .....	16
Resumen.....	16
Abstract .....	16
Introducción .....	17
Materiales y métodos.....	20

<i>Área de estudio</i> .....	20
<i>Selección de la muestra</i> .....	21
<i>Análisis de capitales</i> .....	21
<i>Análisis de datos</i> .....	22
Resultados.....	23
<i>Capital cultural</i> .....	23
<i>Capital humano</i> .....	24
<i>Capital político</i> .....	24
<i>Capital social</i> .....	25
<i>Capital financiero - productivo</i> .....	25
<i>Capital físico</i> .....	28
<i>Capital natural</i> .....	29
Discusión.....	33
Conclusiones.....	35
Agradecimientos.....	36
Bibliografía.....	36
Artículo II: Balance de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con y sin PSA de la península de Nicoya, Costa Rica.....	39
Resumen.....	39
Abstract.....	39
Introducción.....	40
Materiales y métodos.....	42
<i>Área de estudio</i> .....	42
<i>Selección de la muestra</i> .....	44
<i>Instrumento de recolección de información</i> .....	44
<i>Emisiones de GEI</i> .....	45
<i>Remociones de carbono</i> .....	47
<i>Balance de gases efecto invernadero</i> .....	48
<i>Análisis de datos</i> .....	48
Resultados.....	48
<i>Emisiones de GEI</i> .....	48
<i>Remociones de carbono</i> .....	51

<i>Balance de gases de efecto invernadero</i> .....	53
Discusión .....	55
Conclusiones.....	57
Recomendaciones .....	57
Agradecimientos.....	58
Bibliografía.....	58
Contribuciones al desarrollo.....	62
Contribuciones al diseño de políticas.....	63
ANEXOS .....	64



## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Variables evaluadas para la caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya con el enfoque de los capitales de la comunidad.....	22
<b>Cuadro 2.</b> Descripción de porcentajes del área de usos de suelo para fincas grandes, medianas y pequeñas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica (valores $\pm$ indican el error estándar).....	31
<b>Cuadro 3.</b> Variables para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y remociones en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica .....	44
<b>Cuadro 4.</b> Factores de emisión de Costa Rica utilizados para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica.....	46
<b>Cuadro 5.</b> Tasas de fijación (t CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) utilizados para la cuantificación de remociones en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica .....	47
<b>Cuadro 6.</b> Caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) para el escenario de cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero de Hojancha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica .....	49

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica .....	20
<b>Figura 2.</b> Acciones a futuro para las fincas de los productores ganaderos con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. >Arb=más árboles, >PM=más pasturas mejoradas, BF= banco forrajero, >RN= más áreas de regeneración natural, >CV= más cercas vivas, >Anim= más cantidad de animales .....	24
<b>Figura 3.</b> Análisis de correspondencias (p-value: 0,0056) para los sistemas de producción según los grupos de fincas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. PSA: pago por servicios ambientales; SINPSA: sin pago por servicios ambientales.....	26
<b>Figura 4.</b> Análisis de componentes principales para la variable categoría de animales para los grupos de fincas de Hojancha, Nandayure y Nicoya con y sin pago por servicios ambientales (PSA). Los círculos representan las categorías de animales, cuadros verdes corresponden a los grupos de fincas con PSA y los cuadros azules los grupos de fincas sin PSA .....	26
<b>Figura 5.</b> Distribución porcentual del uso de las excretas para los grupos de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Con manejo corresponde al uso de las excretas para la aplicación a la pastura y elaboración de compostaje, Biogás se refiere al uso de Biodigestor de polietileno.....	27
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de los usos de suelo en fincas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. PMA=pastura mejorada con árboles, BS=bosque secundario, PNA=pastura natural con árboles, PF= plantación forestal, BF=banco forrajero. Las barras indican el error estándar .....	29
<b>Figura 7.</b> Análisis de conglomerados para fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales con respecto al tamaño total de las fincas. Los círculos en colores representan los grupos identificados .....	30
<b>Figura 8.</b> Análisis de regresión lineal (p-value: <0,0001) entre las variables área total de la finca y área de bosque secundario para fincas ganaderas con pagos por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica .....	31
<b>Figura 9.</b> Importancia de los árboles en potreros de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. CV: cerca viva.....	33
<b>Figura 10.</b> Ubicación de los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica .....	43
<b>Figura 11.</b> Total de toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO <sub>2</sub> -e año <sup>-1</sup> ) provenientes de fermentación entérica (FE), manejo del estiércol (ME) y consumo de energía (fósil y eléctrica) en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Fincas PSA (n=26), Fincas SIN PSA (n=26) .....	50
<b>Figura 12.</b> Distribución porcentual de las remociones de emisiones para los usos de la tierra de bosque secundario (BS), pastura mejorada con árboles (PMA) y plantación forestal (PF) en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica.....	51

<b>Figura 13.</b> Remociones de carbono tCO <sub>2</sub> -e/año en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas entre los dos grupos .....	52
<b>Figura 14.</b> Análisis de conglomerados (p-value: <0,0001) para la variable remociones de carbono (t CO <sub>2</sub> e/año) en función del sistema de producción y la pertenencia al programa de pago por servicios ambientales en fincas ganaderas de la península de Nicoya, Costa Rica..	52
<b>Figura 15.</b> Balance de gases de efecto invernadero para fincas ganaderas con pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica .....	53
<b>Figura 16.</b> Balance de gases de efecto invernadero para fincas ganaderas sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica .....	54
<b>Figura 17.</b> Análisis de comparación de medias entre el superavitario de t CO <sub>2</sub> año-1 con respecto a la condición de la pendiente alta (≥60%), media (entre 30y 60%) y baja (de 0 a 30%) (p-value: 0,0201) para el total de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas y las líneas el error estándar .....	54

## LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES

ACT	Área de conservación Tempisque
BPM	Buenas prácticas de manejo
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBCh	Corredor Biológico Chorotega
CC	Cambio climático
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	Dióxido de carbono equivalente
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GEI	Gases de efecto invernadero
ha	Hectárea
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
kg	kilogramo
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MVDC	Mercado voluntario doméstico de carbono
NINA	Instituto Noruego para la Investigación de la Naturaleza
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSA	Pago por servicios ambientales
RRNN	Recursos naturales
SAF	Sistemas agroforestales
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SSP	Sistema silvopastoril
t CO <sub>2</sub> e año <sup>-1</sup>	Tonelada de dióxido de carbono equivalente año
UCC	Unidades costarricenses de compensación
ONG	Organización no gubernamental

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

Históricamente la ganadería es considerada como la principal causa de deforestación y procesos de degradación ambiental. Este sector contribuye con un 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial que afecta el cambio climático. Costa Rica a través de su programa de carbono neutralidad 2021 realiza acciones para mitigar las emisiones de este sector que representó en 2005 aproximadamente un 30%. Sin embargo, la adopción de sistemas de ganadería sostenible debe estar acompañada de políticas y estrategias que permitan reducir los impactos negativos al ambiente. Desde la creación en 1997 del programa de pago por servicios ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) el país ha establecido distintas modalidades de participación para los pequeños y medianos productores en el manejo y conservación de los recursos naturales. Este estudio se enfoca en evaluar la efectividad del programa de PSA de FONAFIFO en el balance de emisiones de fincas ganaderas que han sido beneficiarias del programa; comparado con fincas no participantes. El grupo con PSA incluyó la participación de los beneficiarios en las modalidades de sistemas agroforestales, protección de bosque y plantación forestal desde el año 2003 hasta 2012. Se realizó un total de 52 encuestas a ganaderos seleccionados al azar (grupo PSA=26, grupo sin PSA=26). La metodología consistió en el uso del marco de los capitales de la comunidad para obtener una caracterización de los sistemas ganaderos, cuantificación de emisiones  $t\ CO_2e\ año^{-1}$  (alcance uno) y el uso de los factores de emisión de Costa Rica. Para las remociones de carbono se utilizó las tasas de fijación  $t\ CO_2\ ha^{-1}\ año^{-1}$  encontrados por CATIE en la región Chorotega. Se encontró que la principal fuente de emisiones para los dos grupos de fincas proviene del proceso de fermentación entérica de los rumiantes. Los usos de suelo que mayor aporte realizan a las remociones corresponden a bosque secundario, plantación forestal y pastura mejorada con árboles. El 100% de fincas que participaron en el programa presentó un balance positivo de carbono mientras que las fincas no participantes solo un 73%. El balance positivo de las fincas no se atribuye exclusivamente al aporte del programa de pago por servicios ambientales. Los factores de políticas, mercados, cultura ambiental, topografía de la zona, adopción de sistemas silvopastoriles (SSP) influyen a que fincas ganaderas, con y sin el programa, cuenten con un capital natural que otorgue balances positivos en emisiones. El capital cultural, político y natural puede ser de mucha importancia para favorecer el establecimiento de SSP en la región y contribuir a la política de carbono neutralidad de Costa Rica.

**Palabras claves:** capitales, carbono, emisiones, ganadería, psa

## SUMMARY AND KEY WORDS

Livestock production has been historically considered as the main driver of deforestation and environmental degradation processes. The livestock sector contributes 14.5% of the global greenhouse gases (GHG) emissions that affects the climate change. Costa Rica through its 2021 carbon neutrality program executes actions to mitigate emissions from this sector that represents 30% approximately. However, adoptions of sustainable livestock systems with the implementation of policies are strategies conducive to the reduction of environmental negative impacts. Since the creation of the payment for ecosystem services (PES) program in 1997 by the government of Costa Rica and recently the neutral carbon strategy in 2013; the country has been directing efforts to promote the participation of the Costa Rican's population in themes related to sustainable development. This study focuses on evaluating the effectiveness of the FONAFIFO payment for environmental services program in the balance of GHG emissions from cattle farms that have been beneficiaries of the PES program compare with farms that have not participated in the program. The group of farms under the PES scheme included the participation of beneficiaries' in the modalities of agroforestry systems, forest protection and forest plantation since 2003 up to 2012. Surveys were applied in 52 cattle farms (PES group=26 and without PES=26) to quantify the emissions of t CO<sub>2</sub>e year<sup>-1</sup> through the life cycle analysis (scope 1) and to determine the emission factors of Costa Rica. Estimations of carbon removal were conducted using fixation rates (CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) for those land uses evaluated by CATIE in the Chorotega region. Results showed that the principal source of emissions from both groups of cattle farms are consequence of enteric fermentation processes of the ruminants. Land uses with the greatest removal contribution are secondary forests, forest plantations and improved pastures with trees. All cattle farms under the PES scheme showed a positive balance of GHG emissions while only 73% of the farms not enrolled in the PES scheme showed a positive balance. Positive balances of cattle farms should not exclusively be accounted as an effect of the PES program. Aspects such as forest legislation, lower prices of beef in past decades, environmental culture, topography of the area, and adoption of silvopastoral systems also influences natural capitals within cattle farms under the PES scheme and without the PES scheme promoting positive balances of GHG emissions. It's considered that the cultural, politic and natural capital could favor the establishment of SSP in the region and facilitate the neutral carbon policy of Costa Rica.

***Key words:*** emissions, carbon, life cycle analysis, capitals, livestock, PES

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ganadería a nivel mundial juegan un papel importante en las economías y medios de vida de los países del mundo, debido a que representa aproximadamente el 40% del producto interno bruto agrícola. Por otro lado, suministra un tercio del consumo mundial de proteínas y en zonas rurales es la base de la seguridad alimentaria (FAO 2009). Se prevé que el crecimiento de la población para el 2050 ocasionará un aumento de la producción mundial de carne al pasar de 229 a 465 millones de toneladas al año y para la producción de leche se estima que crecerá de 580 a 1043 millones de toneladas. Este crecimiento en la demanda de carne y leche repercute en el manejo y conservación de los recursos naturales (FAO 2006, VijayaVenkataRaman et al. 2012).

En América Latina las áreas dedicadas a pasturas y agricultura comprenden el 30% del área total de la tierra (FAO 2006). El uso de suelo destinado a pasturas en algunos casos conlleva a un aumento de la deforestación para la ampliación de la frontera agrícola, mientras que en otros casos la producción intensiva causa un pastoreo excesivo que ocasiona problemas de degradación de pasturas, erosión de suelo, disminución de la fertilidad y pérdida de biodiversidad. Estas consecuencias por degradación del suelo no solo repercuten a un sitio en específico, sino también al ecosistema, sociedad y al cambio climático (FAO 2009, CATIE- The Global Mechanism 2012).

Algunos efectos del cambio climático que el IPCC prevé para el 2050 en América Latina es el reemplazo gradual de los bosques tropicales a sabanas por el aumento de temperatura y la disminución del agua del suelo. Además, se pronostica la disminución de la productividad de algunos cultivos importantes para la agricultura y la ganadería. Las sequías provocaran escasez de alimentos por la degradación de la tierra, daños a los cultivos y muerte del ganado; ocasionando consecuencias negativas para la seguridad alimentaria. Por otro lado, el incremento de las emisiones de GEI como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ha aumentado notablemente y es muy probable que las concentraciones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  procedan principalmente de la agricultura y la ganadería (IPCC 2013).

La FAO (2013) indica que la ganadería emite cerca del 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) medido en equivalentes de  $\text{CO}_2$ . Estas emisiones surgen del cambio de uso de la tierra ( $\text{CO}_2$ ), fermentación entérica de los rumiantes ( $\text{CH}_4$ ), manejo del estiércol ( $\text{N}_2\text{O}$ ), uso de fertilizantes ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y energía fósil ( $\text{CO}_2$ ). Este panorama muestra que es necesario realizar cambios en las formas de producción y presenta grandes oportunidades para la mitigación del cambio climático mediante incentivos y mecanismos para un manejo sostenible de la actividad ganadera.

Un manejo sostenible de la actividad ganadera son los sistemas silvopastoriles (SSP) en donde se incorpora el componente arbóreo junto con los animales y constituye una estrategia para mejorar los indicadores económicos, sociales y ambientales en fincas ganaderas (Pezo e Ibrahim 1999, Villanueva et al. 2009). Estudios realizados en Esparza, Costa Rica donde se

cuantifico el secuestro de carbono muestra que el buen manejo de las pasturas con árboles contribuye a obtener entre 114 y 143 t C ha<sup>-1</sup> en comparación con pasturas degradadas que presentaron 26,5 t C ha<sup>-1</sup>. El buen manejo de pasturas mejoradas en asocio con árboles representa el uso del suelo con mayor potencial de secuestro de carbono en relación a las pasturas degradadas (Ibrahim et al. 2007, Casasola et al. 2009).

A pesar de las ventajas de los SSP existen factores que se convierten en barreras para la adopción. La inversión de capital, mano de obra y el tiempo de espera para el establecimiento representa el mayor riesgo de adopción. Otros factores que se consideran son los precios del mercado, la genética de los animales, falta de asistencia técnica, bajo nivel de escolaridad de los productores y ausencia de incentivos para el desarrollo de sistemas de ganadería sostenible (Alonso et al. 2001, López et al. 2007, Villanueva et al. 2010).

Para promover prácticas de manejo sostenible en sistemas ganaderos resulta necesario aplicar incentivos y mecanismos en combinación con leyes y políticas (CATIE- The Global Mechanism 2012). Entre los más conocidos se destacan los pagos por servicios ambientales (PSA), los créditos verdes y los sellos de certificación. En el caso de Costa Rica el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) otorga PSA a los propietarios que quieran proteger áreas de bosque, establecer plantaciones forestal y sistemas agroforestales (SAF) dentro de las áreas prioritarias establecidas por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sánchez 2009).

Sin embargo, aunque no se dirigen directamente a áreas de ganadería, existen fincas que por tener áreas de bosque, plantación forestal o SAF han participado en el programa de PSA. Los créditos verdes implementados en Nicaragua consisten en financiar inversiones en fincas ganaderas para pasar de explotaciones extensivas a semi-intensivas, tiene como objetivo favorecer la productividad y generar impactos positivos al medio ambiente (López 2009). La certificación sostenible de fincas ganaderas es un proceso voluntario que comprende aspectos productivos, económicos, sociales y de bienestar animal. En este se otorga una garantía sobre un producto (carne, leche) según el cumplimiento de requisitos establecidos bajo una norma y es un mecanismo que busca generar confianza entre los productores y los consumidores (Sepúlveda et al. 2010).

Experiencias desarrolladas por el proyecto GEF-Silvopastoril donde se otorgó incentivo económico (PSA) para la adopción de SSP en fincas ganaderas demostró que las fincas aumentaron su productividad y generación de servicios ambientales al realizar cambios de uso del suelo (Garbach et al. 2012, Casasola 2009). Uno de los sitios en Costa Rica que por más de tres décadas ha impulsado el cambio de uso de suelo es el cantón de Hojancha en la península de Nicoya, donde históricamente en la década de 1970 se llegó a deforestar el 75% del área boscosa para el desarrollo de la actividad ganadera y la agricultura de granos básicos (Ibrahim et al. 2011).



La recuperación del área forestal se promovió con líderes comunales que gestionaron incentivos forestales del gobierno y ayuda externa proveniente de proyectos e inversión extranjera. Para el 2005 el área de cobertura forestal cubría el 55% del territorio (Vallejo et al. 2006). Este cambio también se complementó con el desarrollo de programas de recuperación de la biodiversidad y tierras degradadas mediante buenas prácticas agrícolas y establecimiento de SSP por las autoridades y políticas públicas (Ibrahim et al. 2011).

En este contexto, la ganadería tradicional apunta hacia la transformación de los sistemas productivos, mediante la disminución de la deforestación y degradación de tierras, así como la búsqueda de competitividad para ingresar a nichos de mercado (GAMMA 2010). El desarrollo de sistemas de ganadería sostenible en Hojancha y cantones vecinos en la península de Nicoya se vincula con la propuesta de Costa Rica en ser carbono neutral para el año 2021. Además, presenta una serie de oportunidades asociadas con la innovación y preferencias de los consumidores hacia productos con una huella de carbono reducida, siendo la calidad climática de un producto el factor diferenciador en el mercado (MINAET 2009).

Ante este panorama el presente estudio trata de evaluar la efectividad del PSA en el balance de carbono en fincas ganaderas de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Además, trata de analizar el PSA como mecanismo que brinda oportunidades a los productores para ingresar al mercado voluntario domestico de carbono al realizar un manejo sostenible de la ganadería en las fincas.

## **Objetivos del estudio**

### **Objetivo general**

Analizar la efectividad del programa de pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal en el balance de emisiones en fincas ganaderas con y sin el programa como acciones de contribución a la estrategia país carbono neutralidad en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar fincas ganaderas con y sin PSA mediante el marco de los capitales de la comunidad en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica.

Analizar el balance de emisiones de carbono en fincas ganaderas con y sin PSA en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica

## **Preguntas de Investigación**

¿Cuáles son los recursos que poseen las fincas con PSA de Hojancha, Nandayure y Nicoya en comparación con las fincas sin PSA?

¿Contribuye el programa de PSA en qué el balance de emisiones de fincas ganaderas que adoptaron este programa sea positivo comparado con fincas sin PSA?

¿Cuáles son los factores que podrían dar respuesta a que las fincas ganaderas se vean favorecidas para tener un balance positivo de carbono?

## **Marco conceptual**

### **La actividad ganadera en Costa Rica**

La actividad ganadera en Costa Rica representa un rubro económico muy importante del sector agropecuario y es el medio de vida de muchas comunidades rurales en el país. Según datos de CORFOGA en Costa Rica existían aproximadamente 45 780 fincas ganaderas, siendo las regiones Huetar Norte, Central, Brunca y Chorotega las de mayor número de fincas (CORFOGA 2013). Además, la ganadería ocupa un amplio territorio del recurso tierra y se encuentra distribuida en las distintas regiones del país, alturas y ecosistemas (Holmann et al. 2007).

Los sistemas de carne se encuentran generalmente en la región del Atlántico y del Pacífico y son de mayor extensión en comparación con los sistemas de doble propósito y de lechería especializada. Los sistemas de lechería especializada se concentran en el Valle Central y en la región de San Carlos y los de doble propósito se encuentran más cerca de las zonas urbanas y periurbanas para el acceso al mercado. En los últimos años estos sistemas de producción han tendido a la intensificación al adoptar cambios que contribuyen a un mejor uso de los recursos de la finca (Gerber et al. 2010).

Algunos de los cambios que han desarrollado los sistemas de producción ganadera en Costa Rica son mejoras en la genética con introducción de nuevas razas o cruces, pastos mejorados, rotación de potreros, programas de alimentación con el uso de bancos forrajeros, ensilajes, adopción de sistemas silvopastoriles, conservación de áreas de bosque y protección del recurso hídrico (Gerber et al. 2010).

### **Cambio climático y ganadería**

El calentamiento del sistema climático según el IPCC es inequívoco, las evidencias observadas en el aumento de la temperatura y el nivel del mar en todos los continentes y los océanos indican que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por cambios del clima a nivel regional. La variación de las concentraciones de GEI por actividades humanas

ha aumentado en un 70% entre los años de 1970 y 2004 y el aumento observado en las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> es muy probable que provengan de la actividad ganadera (IPCC 2007). Para el año 2006 la FAO documento que la ganadería contribuye con el 18% de los GEI a nivel global, donde las fuentes de emisión consistían en la fermentación entérica de los rumiantes, cambios de uso del suelo y manejo de las pasturas. No obstante, estos datos fueron objeto de discusión sobre el método de estimación empleado (Goodland y Anhang 2006, FAO 2006, Herrero et al. 2011). Para 2013 la FAO ha reportado que la ganadería emite cerca del 14.5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) medido en equivalentes de CO<sub>2</sub>. A pesar de las diferencias en relación a 2006, indican que no son comparables debido a que las fuentes de información son diferentes para los dos casos (FAO 2013).

A pesar de las discusiones sobre las emisiones de GEI del sector ganadero Herrero et al. (2011) considera que la comunidad internacional necesita direccionar los esfuerzos sobre el cambio climático de tal manera que no solo se considere cual es el impacto de la ganadería sino también entender la contribución relativa de otras fuentes. La construcción y diseño de estrategias, políticas y programas para la mitigación que plantea el IPCC evidencia que las medidas de mitigación mediante la gestión de la ganadería, aprovechamiento de bioenergía, construcción de políticas climáticas, prácticas para almacenamiento de carbono con la adopción de SSP aumentan el potencial de contrarrestar los efectos negativos del cambio climático (IPCC 2007).

La FAO ha llamado a estos procesos de transformación de los sistemas productivos que aumentan la eficiencia y reducen emisiones de carbono, así como otros impactos negativos para el ambiente como sistemas de producción climáticamente inteligente. En este contexto se sugiere que la agroforestería tiene el beneficio de reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y contribuye a garantizar la seguridad alimentaria al reducir la vulnerabilidad al cambio climático (FAO 2010, Herrero et al. 2011, Thangata y Hildebrand 2012, VijayaVenkataRaman et al. 2012).

### **Buenas prácticas de manejo y sistemas silvopastoriles en la mitigación de gases de efecto invernadero**

Las buenas prácticas de manejo (BPM) en el sector de la ganadería corresponden a todas aquellas prácticas que buscan reducir o evitar daños ambientales, procurar la adecuada productividad del sistema productivo y obtener productos de calidad, inocuos y que brinden seguridad para las personas que lo consumen. Dentro de las BPM que se pueden mencionar están las referentes al uso, manejo y conservación del suelo, uso y protección del agua, material genético en la finca (razas), uso y manejo de productos agroquímicos sintéticos y orgánicos, manejo integrado de control de plagas y enfermedades, manejo de excretas, manejo de productos veterinarios y alimentos para los animales, registro y documentación y seguridad ocupacional de los trabajadores (FAO 2007, MAG 2008, IICA 2009).

Las BPM buscan minimizar el impacto que las prácticas agropecuarias tienen sobre el ambiente, así como también disminuir los riesgos de contaminación. El uso racional de las fuentes de agua, pastoreo rotacional sin producir sobrepastoreo, disminución del estrés calórico de los animales, manejo de árboles de sombra, manejo de las excretas para producción de abono o biogás y un programa de alimentación a base de forrajes de alta digestibilidad para los animales reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente que se pueden producir en el sistema. Además, prácticas de conservación en sitios de alta pendiente que disminuye las emisiones provenientes de la degradación del suelo, protección de fauna silvestre y del recurso hídrico buscan incentivar la generación de servicios ambientales para tener sistemas de ganadería sostenible (Uribe et al. 2011).

Por otro lado, la adopción de SSP contribuye a reducir las emisiones de GEI provenientes del sector de la ganadería mediante la captura de carbono en los árboles que se introducen al sistema, en el suelo al incrementar la materia orgánica, alimentación basada en forrajes de alta digestibilidad que reducen la emisión de metano, buen manejo de las excretas mediante compostaje para producción de abono o para producción de biogás. Además, de forma indirecta contribuye por la reducción de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados, disminuye la presión sobre los bosques, se aprovecha leña, postes y madera que son parte del SSP (Zuluaga et al. 2011).

## **Costa Rica y el cambio climático**

Costa Rica estableció la estrategia nacional de cambio climático en el año 2009 posicionando la agenda de cambio climático en el más alto nivel de compromiso nacional. El país se ha comprometido a convertirse país carbono neutral para el año 2021 y se considera consecuente con el artículo 50 de la Constitución Política donde menciona "*Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado*". Esta estrategia busca responder a la problemática mundial sobre el cambio climático a través de un enfoque nacional que requiere acciones, participación y apropiación (MINAET 2009).

La estrategia se justifica en aspectos de responsabilidad compartida, oportunidad, amenazas y el desarrollo de capacidades y legitimidad para incidir internacionalmente. Además, se fundamenta en los tres pilares del desarrollo sostenible que promueve el crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental para lograr una mejor calidad de vida para los costarricenses. Los componentes estratégicos que se enmarcan corresponden principalmente a la mitigación y adaptación. Sin embargo, existen componentes transversales en el desarrollo de capacidades, métricas, transferencia tecnológica, sensibilización pública, cambio cultural, educación y financiamiento (MINAET 2009).

El país procura evitar las emisiones netas de carbono a través del eje de mitigación, donde se implemente la reducción de emisiones de gases por fuentes, captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el desarrollo de un mercado nacional de carbono. En mitigación se identifican ocho sectores para la reducción de emisiones: energía,

transporte, agropecuario, industrial, residuos sólidos, turismo, hídrico y cambio de uso de la tierra. Por otro lado, en adaptación los sectores claves de la estrategia corresponden a hídrico, energía, agropecuario, pesca y zonas costeras, salud, infraestructura y biodiversidad (MINAET 2009).

### **Pago por servicios ambientales en Costa Rica**

Los PSA, también conocidos como pagos por servicios ecosistémicos, son instrumentos que surgieron como respuesta para contrarrestar los diversos problemas ambientales que amenazan al planeta. El PSA implica que quienes usan el servicio ambiental pagan a los que proporcionan este servicio (Inbar y Scherr 2004). Según Pagiola (2008) el programa de PSA de Costa Rica se considera pionero entre muchos países por compensar con pagos a los propietarios de bosques y de plantaciones forestales por los servicios que los ecosistemas brindan a la sociedad costarricense y la comunidad internacional (SINAC 2009). Estas iniciativas surgieron debido a la alta tasa de deforestación por la conversión de los bosques a áreas de agricultura y ganadería entre los años 1970 y 1980 (Schuyt 2005).

El país ante esta situación inició a finales de la década de 1970 el diseño de incentivos a la actividad forestal destinados a la reforestación. Posteriormente en 1982 se abren créditos para financiar proyectos forestales y para el año 1986 se realiza una modificación de la Ley Forestal y se crea una nueva ley (Ley 7032) que otorga incentivos a través de Certificados de Abono Forestal. En 1990 se modifica la ley forestal (Ley 7174) donde se mantiene el sistema de incentivos de CAF y se incluye el Certificado de Protección de Bosque adicionalmente se establecen beneficios para las personas que reforestan sin usar los CAF, estos beneficios corresponden al no pago del impuesto territorial a áreas sometidas al régimen forestal y no pago al impuesto sobre la renta a los ingresos económicos obtenidos por la plantación forestal. Para 1996 se reforma la ley y se crea la actual Ley Forestal 7575 donde se introducen conceptos como PSA, Certificados para la Conservación de Bosque (CCB) e incentivos para la regeneración del bosque y se crea FONAFIFO (Sánchez 2009).

Con respecto al PSA, este se da como retribución a los propietarios de terrenos que tengan bosques o que deseen establecer plantaciones forestales o sistemas agroforestales para la generación de servicios ambientales como: (1) mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la reducción, absorción, fijación y almacenamiento de carbono; (2) la protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico; (3) la protección de la biodiversidad para conservación y uso sostenible, de carácter científico y farmacéutico, de investigación y mejoramiento genético y de protección de ecosistemas y formas de vida y (4) el mantenimiento de la belleza escénica natural para fines turísticos y científicos (Pagiola 2008, Sánchez 2009).

Durante el período de 1996 hasta el 2011 FONAFIFO reportó 865 684, 80 ha registradas en las modalidades de protección de bosque, manejo de bosque, reforestación, plantaciones establecidas y regeneración natural, donde aproximadamente el 90% del total de hectáreas corresponde a protección de bosque. En la modalidad de sistemas agroforestales FONAFIFO

registra 4 103 756 árboles sembrados desde el inicio de la modalidad (2003) hasta el 2011 (FONAFIFO 2012).

### **Propuesta carbono neutralidad de Costa Rica 2021**

Costa Rica por medio de la Ley 8219 ratificó el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas, con base en esto el país formuló una serie de compromisos donde se enmarca la realización de inventarios nacionales periódicos y actualizados de las emisiones antropogénicas y de la absorción por sumideros de los GEI, formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales orientados a mitigar el cambio climático, desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para el ordenamiento de las zonas costeras, recurso hídrico y la agricultura, considerar la incorporación de políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y promover y apoyar la investigación, educación y capacitación y sensibilización de la sociedad para que contribuya a estos compromisos (MINAET 2009).

Posteriormente, por medio de la iniciativa "Paz con la Naturaleza" promulgada por el presidente Oscar Arias (período 2006-2010) el país inició un proceso para sistematizar acciones relacionadas al cambio climático que permita determinar un mecanismo de monitoreo para legitimar la meta de carbono neutralidad al 2021. La estimación de las emisiones y fijación por sumideros está a cargo del MINAET que coordina un grupo integrado de expertos en el tema de cambio climático. En relación a la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> para la reducción de emisiones se enmarca en cuatro acciones estratégicas que son la reforestación, sistemas agroforestales, regeneración natural antropogénica y la deforestación evitada. Además, integra el desarrollo de mercados de carbono a nivel nacional e internacional mediante el PSA, mercados voluntarios, mercados oficiales y la marca C-Neutral como ejes fundamentales para garantizar la continuidad y la sostenibilidad financiera. En este contexto el país debe apoyarse en el desarrollo de un mercado local adecuado a la estrategia de carbono neutralidad para que se convierta en una oportunidad empresarial aceptada y convalidada en los mercados regionales e internacionales (MINAET 2009).

### **Mercados de carbono**

El mercado de carbono es un mecanismo financiero en donde se comercializan emisiones reducidas (comúnmente en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes), generando ganancias económicas, ambientales y sociales a los participantes. Existen dos modalidades de participación que se conocen como mercado voluntario y mercado Kyoto. El mercado voluntario fue creado con el objetivo de cumplir metas voluntarias de reducción de emisiones que fija un comprador con respecto a la política de Responsabilidad Social Corporativa (RSC). Por otro lado, el mercado Kyoto se creó para cumplir con metas obligatorias de reducción de emisiones enmarcadas en el Protocolo de Kyoto (SNV 2008).

El Protocolo de Kyoto es un instrumento jurídico de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) que constituye la Estrategia Internacional de

Mitigación del Cambio Climático donde se establecen compromisos cuantitativos de reducción de emisiones de GEI en un 5.2% para el período 2008-2012. El protocolo para lograr el costo-efectividad incorporó varios mecanismos de cumplimiento conocidos como mecanismos de flexibilidad, donde se encuentran la Implementación Conjunta (IC), Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) y el Comercio Internacional de Emisiones (CIE). Sin embargo, de los mecanismos de flexibilidad el MDL está orientado a asistir a los países en desarrollo para que logren un desarrollo sostenible y asistir a los países industrializados para lograr el cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones (Zalinas y Hernández 2008, SNV 2008).

Las reducciones tienen el nombre de Certificados de Emisiones Reducidas o bonos de carbono y son documentos de valor comercial que certifican la verificación de las emisiones reducidas provenientes de un proyecto de MDL. Para los países de América Latina la CEPAL considera que el mercado de carbono ha sido emergente mediante las negociaciones del MDL y ha mostrado la convicción de ser una herramienta útil para promover el desarrollo sostenible de la región (Eguren 2004). Actualmente el mecanismo financiero que se está preparando para la implementación es el de reducción de las emisiones por deforestación y degradación (REDD+), este mecanismo incorpora reducción de emisiones partiendo de la deforestación evitada, reducción de la degradación de los bosques y mantenimiento o mejoramiento de los "stocks" de carbono bajo la CMNUCC (Zalinas y Hernández 2008, SNV 2008, Cifuentes 2012).

En la propuesta nacional de Costa Rica para la implementación de REDD+ menciona que los SAF tienen una capacidad importante de mejora de las reservas de carbono; sin embargo, consideran que deben evaluar la idoneidad de incluir estos sistemas debido a que el monitoreo de las mejoras en las reservas de carbono es más complejo y costoso (MINAET 2009). Para MacDicken (1997) y Nair (2011) los esfuerzos para realizar monitoreo de carbono en SAF requiere de personal capacitado, equipo especializado y procedimientos consistentes y rigurosos.

Según Somarriba et al. (2008) los productores de sistemas agroforestales de las zonas tropicales podrán ingresar al mercado global de carbono con la siembra y regeneración natural de árboles maderables o de servicio que crecen en sus fincas. Además, Thangata y Hildebrand (2012) indican que pequeños y medianos productores pueden beneficiarse del mecanismo REDD+. No obstante, Angelsen et al. (2009) menciona que las comunidades locales y pueblos indígenas se podrían beneficiar del acceso de los recursos del mecanismo REDD+ autorizados por los gobiernos nacionales y locales cuando se implemente.

Kaimowitz (2008) menciona que el área de Mesoamérica presenta instituciones y políticas de gestión forestal bien establecidas que contribuyen un buen punto de partida para la implementación de REDD+. Entre los aspectos que se resaltan son el área de bosque, capacidad institucional, clara tenencia de la tierra, bosques manejados por pueblos indígenas y un buen sistema de áreas protegidas. No obstante, a pesar de las virtudes del área también

se presentan problemas relacionados a equidad, eficiencia, costos de transacción que han generado descontento con los actuales programas de PSA (Wunder 2006).

### **Mercado doméstico voluntario de carbono de Costa Rica**

El mercado doméstico voluntario de carbono de Costa Rica (MDVCCR) constituye un aspecto del eje de mitigación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático de Costa Rica. A través de la norma INTE 12-01-06:2011 "Sistema de gestión para demostrar la C-Neutralidad" establece aspectos que deben considerar la organización o empresa para llegar a ser carbono neutro. Por otro lado, el Acuerdo 36-MINAE 2012, define el programa país carbono neutro como un proceso voluntario que establece reglas que contribuyen a la generación de una demanda local por unidades de compensación (MINAE 2013).

Es a través de este proceso que se definen las unidades costarricenses de compensación (UCC) dentro del MDVCCR que contribuirá a alcanzar el objetivo de carbono neutralidad del país en el año 2021. Se espera que las UCC permitan a las entidades participantes tener un nivel de flexibilidad en las estrategias de reducción de emisiones que no les afecte la competitividad en el mercado nacional e internacional. La estructura del MDVCCR considera elementos esenciales como integridad ambiental, transparencia, sistema de gestión y una clara definición de responsabilidades entre los diferentes actores involucrados de una manera efectiva, eficaz, eficiente y robusta (MINAE 2013).

En la parte institucional el MDVCCR se centra en la existencia de un ente rector denominado junta de carbono creada formalmente por el MINAE y estará presidida por el representante de la secretaría técnica. Además, incluye funcionarios de gobierno, academia, empresa privada, sector público y ONG, con el objetivo de asegurar un sistema transparente y participativo. Adicionalmente, la junta de carbono contara con un secretariado, registro de peritos de carbono y proyectos, responsables de la buena marcha, validez y verificación de los proyectos (MINAE 2013).

### **Marco de los capitales de la comunidad**

El marco de los capitales de la comunidad se basa en el principio de que cada comunidad cuenta con sus propios recursos. Cada comunidad a pesar de su condición de ruralidad, pobreza o lejanía cuenta con recursos que la integran. Cuando estos recursos o activos se invierten para generar nuevos recursos se convierten en capitales. Es importante tener en cuenta que el hacer hincapié o referirse a un único capital sobre todos los demás ocasiona que los demás recursos de la comunidad se descapitalicen. Por lo tanto, aspectos económicos, equidad social y ambiental estarían comprometidas y subvaloradas (Flora et al. 2013).

Se consideran siete capitales, (1) natural: incluye el aire, agua, suelo, biodiversidad, clima y está influenciado por las actividades humanas. (2) cultural: está determinado por la visión del mundo, lo que la persona valora y los aspectos que considera posibles de cambiar.



(3) humano: determinado por las características y el potencial de los individuos, incluye las habilidades, educación, salud y la autoestima. (4) social: involucra la confianza mutua, reciprocidad, la identidad colectiva, el trabajo en grupo y el sentido de un futuro compartido. Además, involucra la interacción alrededor de los grupos sociales dentro y fuera de las comunidades. (5) político: habilidad de un grupo o comunidad de modificar sus normas y valores en estándares que luego se traducen en reglas y regulaciones que determinan la distribución de los recursos. También, asegura que las reglas, regulaciones y distribución de recursos sean ejecutadas. (6) financiero-productivo: incluye los ahorros, generación de ingresos, tasas, préstamos, insumos, subsidios, impuestos. Este capital es más dinámico que los otros capitales y tiende a ser más privilegiado por su condición de que puede medirse fácilmente. Además, a nivel de comunidad puede ser evaluado por los cambios en la pobreza, eficiencia de las empresas y el aumento de los bienes de las personas locales. (7) físico-construido: corresponde a la infraestructura construida por las personas, se vincula con el desarrollo de la comunidad siempre y cuando contribuya con otro capital de la comunidad. Este capital incluye tecnologías, caminos, puentes, fabricas, centros de cuidado, entre otros (Flora et al. 2013).

## **Resultados relevantes del estudio**

- Fincas ganaderas con PSA presentan mayor porcentaje de bosque secundario y plantación forestal con respecto a las fincas sin PSA.
- Las fincas del grupo con PSA presentan una mayor tendencia a los sistemas de producción de carne en la modalidad de desarrollo (67%) y cría (22%).
- El grupo de fincas sin PSA se dedica principalmente al sistema de carne (64%) y doble propósito (36%).
- El 68% de los ganaderos con PSA y el 48% sin PSA han escuchado el término Costa Rica carbono neutro. Sin embargo, desconocen de que se trata.
- Las principales acciones a futuro que mencionaron los ganaderos que les gustaría desarrollar en las fincas corresponden al establecimiento de más árboles y bancos forrajeros.
- Para los ganaderos con y sin PSA los aspectos que debe mejorar el Gobierno para apoyar el sector ganadero corresponden a mejores precios de venta, créditos más accesibles y diferenciados, incentivos ganaderos, capacitación y asistencia técnica.
- El 55% de los ganaderos con PSA y el 45% sin PSA mencionaron que la actitud con respecto a la protección y uso sostenible de los recursos naturales es buena.
- La principal fuente de emisiones en ambos grupos de fincas proviene de la fermentación entérica.
- Los usos de suelo que mayor aportes brindan a las remociones de emisiones corresponden a bosque secundario, plantación forestal y pasturas mejoradas con árboles.
- El 100% del grupo de fincas con PSA y 73% sin PSA presentó balances positivos de emisiones.

## Conclusiones relevantes del estudio

- Existe una tendencia favorable de capital natural para fincas del grupo con PSA. Sin embargo, no se podría atribuir como un efecto directo de la adopción del PSA.
- Las características de acciones futuras para realizar en las fincas muestran un buen panorama para el establecimiento de SSP para los grupos con y sin PSA.
- A pesar de que ambos grupos de fincas conocen de manera parcial el programa Costa Rica carbono neutro, se evidencia que puede existir un ambiente favorable para incentivar la adopción de prácticas sostenibles de conservación que contribuyan a la meta país para el sector de la ganadería.
- Los resultados del balance de emisiones entre los grupos con y sin PSA no se diferencian por la adopción del programa de PSA. Por lo tanto, existan fincas con balances positivos de emisiones independientemente de la participación en el PSA.

## Bibliografía

- Alonzo, Y; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30):21-27
- Angelsen, A; Brown, S; Loisel, C; Peskett, L; Streck, C; Zarin, D. 2009. Reducción de Emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de Evaluación de Opciones. Meridian Institute. Consultado el 12 de noviembre de 2012. Disponible en <http://www.REDD-OAR.org>
- Casasola, F; Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Ríos, N; Tobar, D. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 169-188 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), The Global Mechanism (Mecanismo Mundial de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación). 2012. Incentivos y mecanismos basados en el mercado para el fomento de manejo sostenible de la tierra: marco e instrumento para evaluar la aplicabilidad. Roma. 78 p.
- Cifuentes, M. 2012. Mitigación: políticas y mecanismos (diapositivas). Turrialba, CR. 69 diapositivas.
- CORFOGA (Corporación Ganadera, CR). 2013. Informe encuesta ganadera 2012. San José, CR. 72 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. Roma. 493 p.
- \_\_\_\_\_.2007. Buenas prácticas para la industria de la carne. Roma. 43 p. (Manual Producción y sanidad animal)
- \_\_\_\_\_.2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la ganadería a examen. Roma. 200p.

- \_\_\_\_\_.2010. Agricultura "climáticamente inteligente": políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma. 54 p.
- Flora, C; Flora, J. 2013. Rural communities: legacy and change. 4ed. Westview Press. Philadelphia, USA. 414 p.
- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, CR). 2012. Distribución de las hectáreas en pago por servicios ambientales, por año y por modalidad, período 1997-2011. Consultado el 23 de octubre de 2012. Disponible en [http://www.fonafifo.go.cr/paginas\\_espanol/servicios\\_ambientales/sa\\_estadisticas.htm](http://www.fonafifo.go.cr/paginas_espanol/servicios_ambientales/sa_estadisticas.htm)
- GAMMA (Programa de Ganadería y manejo del medio ambiente). 2010. Programa de fomento de la producción agropecuaria sostenible. Determinación del balance de los GEI en fincas ganaderas de la región de Chorotega como elemento de referencia para mejorar la competitividad. Informe final. SP Nº 14-2009.250p.
- Garbach, K; Lubell, M; DeClerck, F. 2012. Payment for Ecosystem Services: The roles of positive incentives and information sharing in stimulating adoption of silvopastoral conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 156: 27- 36
- Gerber, P; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 139 p.
- Gerber, P; Mooney, H; Dijkman, J; Tarawali, S; Haan, C. (eds). 2010. Livestock in a Changing Landscape: experiences and regional perspectives. Vol 2. Island Press. Washington DC, USA. 210 p.
- Goodland, R; Anhang, J. 2009. Livestock and Climate Change. What if the key actors in climate change were pigs, chickens and cows? *Worldwatch* November/December 2009, Worldwatch Institute. Washington, DC, USA. 10–19 p.
- Herrero, M; Gerber, P; Vellinga, T; Garnett, T; Leip, A; Opio, C; Westhoek, HJ; Thornton, PK; Olesen, J; Hutchings, N; Montgomery, H; Soussana, JF; Steinfeld, H; McAllister, TA. 2011. Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology* 166-167:779-782.
- Holmann, F; Rivas, L; Pérez, E; Castro, C; Schuetz, P; Rodríguez, J. 2007. La cadena de carne bovina en Costa Rica: identificación de temas críticos para impulsar su modernización, eficiencia y competitividad. ILRI, CIAT, CORFOGA. Cali. 68 p.
- Ibrahim, M; Chacón, A; Robalino, J; Barton, D. 2011. Case Study Description: Costa Rica. Project Policymix. Consultado el 20 de octubre de 2012. Disponible en <http://policymix.nina.no/Casestudies/CostaRica.aspx>
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45: 27-36
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2009. Manual de buenas prácticas en explotaciones ganaderas de carne bovina. Tegucigalpa, Honduras. 57 p.
- Inbar, M and Scherr, S. 2004. Getting Started: A Guide to Designing Payments for Ecosystem Services. Forest Trends, Washington, DC.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC. Ginebra, Suiza. 104 p
- \_\_\_\_\_.2013. Working group i contribution to the IPCC fifth assessment report climate change 2013: the physical science basis. Final draft underlying scientific-technical assessment. Stockholm, Sweden. 2216 p.
- Kaimowitz, D. 2008. The prospects for reduced emissions from deforestation and degradation (REDD) in Mesoamérica. *International Forestry Review* 10(3): 485- 495
- López, M. 2009. Financiamiento al sector rural en Nicaragua: impactos positivos y ambientales. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 259-272 p.
- López, M; Pezo, D; Mora, J; Prins, C. 2007. El proceso de toma de decisiones en la adopción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* por productores de doble propósito en Rivas, Nicaragua. *Pastos y Forrajes* 30(1):177-185
- MacDicken, K. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International Institute for Agricultural Development. USA. 91 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 2008. Buenas Prácticas Agropecuarias. San José, CR. 86 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR), DCC (Dirección de Cambio Climático), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2013. Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica MDVCCR: un instrumento hacia la C-Neutralidad. San José, CR. 168 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. San José, CR. 109 p.
- Nair, P. 2011. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. *Agroforestry Systems*
- Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65: 712-724.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. CATIE, GTZ. Turrialba, CR. 282 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal N°2)
- Sánchez, O. 2009. El pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), un mecanismo para lograr la adaptación al cambio climático en Costa Rica. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 223-242 p.
- Schuyt, K. 2005. Payment for Environmental Services and Restoration. In. 2005. *Forest Restoration in Landscapes*. Springer New York. p. 23. 166-170 p.
- Sepúlveda, C; Ibrahim, M; Bach, O; Rodríguez, A. 2010. Desarrollo de lineamientos para la certificación de sistemas sostenibles de producción ganadera. *Agroforestería en las Américas* 48:14-20 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2009. IV Informe de País al convenio sobre la Diversidad Biológica. GEF-PNUD. Mimeografiado. 220 p.
- SNV. 2008. Mecanismo de Desarrollo Limpio: conceptos básicos. Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Tegucigalpa, Hon. 58 p.

- Somarriba, E; Andrade, H; Segura, M; Villalobos, M. 2008. ¿Cómo fijar carbono atmosférico, certificarlo y venderlo para complementar los ingresos de productores indígenas en Costa Rica? *Agroforestería en las Américas* 46: 81-88
- Thangata, P y Hildebrand, P. 2012. Carbon stock and sequestration potential of agroforestry systems in smallholder agroecosystems of sub-Saharan Africa: Mechanisms for 'reducing emissions from deforestation and forest degradation' (REDD+). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 158:172–183
- Uribe, F; Zuluaga, A; Valencia, L; Murgueitio, E; Ochoa, L. 2011. Buenas prácticas ganaderas. Manual 3, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 82 p.
- Vallejo, Á; Gutiérrez, I; Chacón, M; Van Rooij, W; Dávila, M; Arce, J; Villalobos, R. 2006. Biodiversity - Human Well-being linkages for teak farms in Hojanca, Nicoya peninsula, Costa Rica. CATIE, CR. 52 p.
- VijayaVenkataRaman, S; Iniyar, S; Goic, R. 2012. A review of climate change, mitigation and adaptation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 878– 897
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Ríos, N; Sepúlveda, C. 2009. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 103- 125 p.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles: estudios de caso en América Central. CATIE. Turrialba, CR. 78 p. (Manual técnico N°95)
- Wunders, S. 2006. The Efficiency of Payments for Environmental Services for Tropical Conservation *Conservation Biology* 21 (1): 48-58
- Zalinas, Z; Hernández, P. (eds). 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. INIA, CATIE, CIFOR, ECOSUR, MGAP. Turrialba, CR. 234 p.
- Zuluaga, A; Giraldo, C; Chará, J. 2011. Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 36 p.

# **Artículo I: Caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales bajo el marco de los capitales de la comunidad en la península de Nicoya, Costa Rica**

Cárdenas JM<sup>1,\*</sup>, Sepúlveda CJ<sup>1</sup>, Ibrahim M<sup>2</sup>, Tobar D<sup>1</sup>, Villanueva C<sup>1</sup>, Rodríguez E<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CATIE, Costa Rica; <sup>2</sup>IICA, Belice; <sup>3</sup>SINAC, Costa Rica  
(\*Autor para correspondencia: e-mail: jcardenas@catie.ac.cr)

## **Resumen**

Históricamente la ganadería es considerada como la principal causa de deforestación y procesos de degradación ambiental. Sin embargo, la adopción de sistemas de ganadería sostenible acompañado de políticas son estrategias para reducir los impactos negativos al ambiente. Desde la creación del programa de PSA en 1997 por parte del Gobierno de Costa Rica y recientemente en 2013 el mercado doméstico voluntario de carbono; el país direcciona esfuerzos en la participación de la población costarricense en el tema de desarrollo sostenible. El propósito de este estudio fue caracterizar fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal mediante el análisis de capitales de la comunidad en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya de la península de Nicoya, Costa Rica. Se seleccionó dos grupos de fincas al azar, con PSA (n=26) y un grupo control (n=26). Para el grupo con PSA se incluyó la participación de los beneficiarios en las modalidades de sistemas agroforestales, protección de bosque y plantación forestal. Se encontró que las fincas con PSA presentan diferencias en el capital natural comparado a las fincas sin PSA. Existen mayores porcentajes de bosque y plantación forestal en las fincas con PSA. En capital productivo mostró una tendencia significativa para el grupo con PSA hacia los sistemas de carne en la modalidad de desarrollo. El capital cultural evidencia una buena actitud de ambos grupos para la adopción de sistemas silvopastoriles. Sin embargo, el sector ganadero indicó la falta de apoyo en políticas, créditos y mercado que contribuya con el desarrollo sostenible de la ganadería. En conclusión, el análisis de capitales es una herramienta que brindó información clave sobre las características del sector ganadero para facilitar el desarrollo de la política de carbono neutralidad de Costa Rica.

***Palabras clave:*** capitales, carbono neutral, ganadería, psa

## **Abstract**

Livestock production has been historically considered as the main driver of deforestation and environmental degradation processes. However, adoptions of sustainable livestock systems with the implementation of policies are strategies conducive to the reduction of environmental negative impacts. Since the creation of the payment for ecosystem services (PES) program in 1997 by the government of Costa Rica and recently the voluntary carbon market in 2013; the country has been directing efforts to promote the participation of the Costa Rican's population in themes related to sustainable development. The goal of this study

was to characterized two categories of cattle farms, those under the PES scheme from the "Fondo Nacional de Financiamiento Forestal" and those not under the PES scheme. The characterization was conducted applying the community capital analysis, the farms characterized were located in the Hojancha, Nandayure and Nicoya communities within the Nicoya peninsula in Costa Rica. Farms were randomly selected, 26 under the PES scheme and 26 as control. The group of farms under the PES scheme included the participation of beneficiaries' in the modalities of agroforestry systems, forest protection and forest plantation. Farms under the PES scheme presented differences in natural capital when compared with farms without the PES scheme. Farms under the PES scheme presented higher percentages of forest and forest plantation cover compared to farms without the PES scheme. The analysis of the productive capital shows a significant tendency for farms under the PES scheme towards beef systems within the development modality. The cultural capital evidence a good attitude from the two groups to adopt silvopastoril systems. Nevertheless, the livestock sector indicated a lack of support in policies, loans and market. In conclusion, the capital analysis framework allowed us to gather key information about the characteristics of the livestock sector that could facilitate the development of the neutral carbon policy of Costa Rica.

***Key words:*** capitals, livestock, neutral carbon, PES

## **Introducción**

Los sistemas de ganadería representan el principal medio de vida y la base de la seguridad alimentaria de casi mil millones de personas en el mundo (FAO 2009). Por otro lado, comprenden alrededor del 26% de la superficie terrestre y en algunos países las tierras empleadas para el desarrollo de esta actividad contribuye al proceso de deforestación de millones de hectáreas (Steinfeld et al. 2006). En Centroamérica ha causado la transformación de aproximadamente 9 millones de hectáreas de bosques a ganadería en muchas regiones (Szott 2000). El avance de la ganadería extensiva en la región es considerada como una actividad con impactos negativos al medio ambiente por el cambio de uso de bosque a pastura y la degradación de los ecosistemas (Villacis et al. 2003).

Costa Rica en el pasado tuvo una alta deforestación producto de la gran expansión de la ganadería, pasando en 1980 a tener el 58,3% del territorio nacional deforestado (Fournier 1985). La alta demanda y buenos precios por la venta de la carne y leche fue parte de las razones de fuerza para incrementar la deforestación (Kaimowitz 1996). Sin embargo, el país a través de la creación del programa de pagos por servicios ambientales direcciono esfuerzos a la protección de bosques y establecimiento de plantaciones forestales, logrando recuperar aproximadamente el 53% de la cobertura forestal (Sánchez 2009, MINAET 2012). Los pagos por servicios ambientales (PSA) son instrumentos que surgieron del mercado para compensar a las personas que brindan los servicios ambientales a través del principio quién contamina paga (Schuyt 2005).

A nivel mundial Costa Rica es considerada un país pionero en la creación de un programa de PSA (Pagiola 2008). Este programa se creó en el año 1997 a cargo del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) como un ente descentralizador del Ministerio de Ambiente y Energía enmarcado en la ley forestal 7575. Se reconocen cuatro servicios ambientales: (1) mitigación de gases de efecto invernadero, (2) protección del recurso hídrico, (3) biodiversidad y conservación, y (4) belleza escénica (Pagiola 2008, Sánchez 2009). Actualmente el PSA cuenta con trece modalidades de participación en las que se encuentran manejo de bosques, protección de bosques, reforestación, sistemas agroforestales (SAF), segundas cosechas, protección recurso hídrico, reforestación especies en vías de extinción, regeneración natural, regeneración en potreros, SAF con café, protección de áreas silvestres protegidas, protección en vacíos de conservación y árboles en cafetales. Desde su creación hasta el año 2012 incluyó 12 528 contratos para 934 274 hectáreas y 4 677 135 árboles en la modalidad de SAF (FONAFIFO 2013).

No obstante, se considera que puede existir un límite en la cobertura forestal de Costa Rica para seguir implementando los PSA en nuevas áreas destinadas a bosque, y con esto pueda mantener la seguridad alimentaria y los medios de vida del país. Por este motivo el PSA en paisajes productivos se convierte en una alternativa para mantener la producción y la generación de servicios ecosistémicos. En este contexto los sistemas silvopastoriles (SSP) tienen mucha importancia en la generación de servicios ambientales en la ganadería. Estos sistemas pueden protección del recurso hídrico, biodiversidad, secuestro de carbono, belleza escénica y producción de alimentos (Garbach et al. 2011).

La FAO considera que la ganadería aporta un 28% de la proteína mundial a través del consumo de carne y leche, y hay una creciente demanda para productos animales en las próximas décadas. Por otro lado, la adopción de SSP y las BPM contribuyen con beneficios locales que van desde lo privado (uso de pastos mejorados, establecimiento de bancos forrajeros, árboles maderables) hasta lo público (nivel regional o global) (conservación de los bosques, conectividad, hábitat para la biodiversidad, captura de carbono) (Garbach et al. 2011, FAO 2011, Pagiola et al. 2007).

A nivel regional los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya en la península de Nicoya han sido seleccionados como sitios de interés para establecer proyectos de comercialización de mitigación de gases de efecto invernadero (FONAFIFO 2012). Esta región llegó a deforestar cerca del 75% de sus bosques para el establecimiento de sistemas de agricultura y ganadería extensiva. Sin embargo, en la década de 1970 se promovió la recuperación de la cobertura boscosa, establecimiento de plantaciones forestales y SAF por iniciativas locales, institucionales y cooperación internacional. Esto permitió alcanzar en 2005 un 55% de cobertura forestal (Vallejo et al. 2006). Aspectos como mezcla de políticas e incidencia de la gobernanza local son elementos exitosos en el desarrollo forestal de la zona que vinculan los sectores productivos como la agricultura y la ganadería (Salazar et al. 2007, Serrano et al. 2008).



No obstante, la legislación nacional (ley forestal), el programa de PSA e iniciativas locales de conservación también han promovido la generación de servicios ambientales en la región. Con esto se ha promovido la protección del recurso hídrico, conservación y manejo de áreas forestales, biodiversidad, belleza escénica y compensación de emisiones de GEI (Salazar et al. 2007). Sin embargo, las barreras de falta de recursos financieros o créditos diferenciados imposibilitan a los productores ganaderos a la adopción de nuevas tecnologías de ganadería sostenible. Por lo tanto, resulta conveniente la promoción de incentivos y mecanismos que promuevan prácticas de producción sostenible. Algunas de las opciones de financiamiento que generen una adopción de prácticas sostenibles están el pago por servicios ambientales y los mercados de carbono (FAO 2011, CATIE-The Global Mechanism 2012).

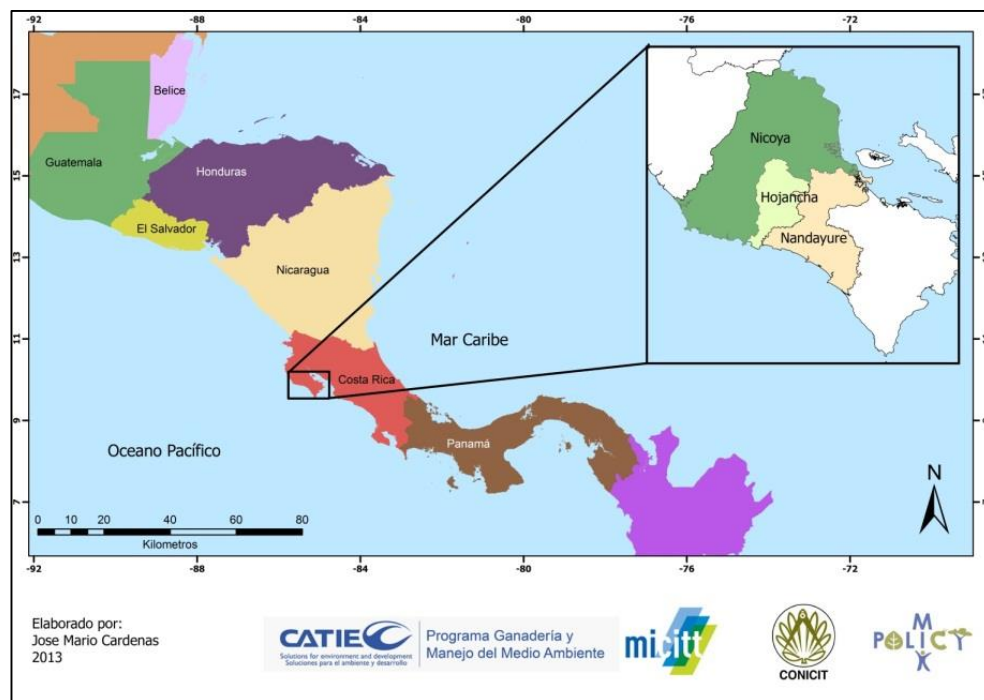
Los logros alcanzados por el programa de PSA son considerados exitosos a nivel nacional e internacional (MINAET 2012). Sin embargo, existen estudios que vinculan factores relacionados a la legislación nacional, abandono de las zonas y migración que se convierten en aspectos a considerar (Calvo-Alvarado et al. 2009). Además, permitió en 2007 crear la iniciativa "Paz con la naturaleza" para sistematizar acciones relacionadas al cambio climático (CC) y construir en 2009 la estrategia nacional de CC (ENCC) para lograr la meta país carbono neutral para el año 2021. Recientemente en el año 2013 Costa Rica hizo el lanzamiento del mercado doméstico voluntario de carbono como estrategia para alcanzar la carbono neutralidad para el año 2021. Este mercado será a través de la comercialización de unidades costarricense de compensación (UCC) que son equivalentes a una Ton/CO<sub>2</sub>e como un aspecto del eje de mitigación de la ENCC (MINAE 2013). Para el desarrollo de este mercado un aliado gubernamental es el FONAFIFO quien pretende comercializar las UCC a través de proyectos o sitios específicos del país bajo el programa de PSA (FONAFIFO 2012). Se espera que las UCC permitan a las empresas participantes compensar las emisiones y crear acciones que logren eco competitividad de las empresas a través de la adopción de la marca carbono neutral (MINAE 2013).

No obstante, el análisis de los recursos humanos y materiales con que cuenta la región y la interrelación entre el bienestar de la población y los recursos naturales podría ser de interés para contribuir a la estrategia país de carbono neutralidad 2021 (MINAE 2013). La metodología del marco de los capitales de la comunidad analiza los recursos que poseen las comunidades para gestionar su propio desarrollo al corto, mediano y largo plazo conceptualizado como capitales (Soares et al. 2011). Por lo tanto, se diseñó el presente estudio en el marco del proyecto Policymix, con el objetivo de caracterizar fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales mediante el análisis de capitales de la comunidad en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Este propósito se basa en las siguientes preguntas de investigación, cuáles son los capitales que poseen los ganaderos en la zona, diferencias de capitales con las que cuentan los productores en las fincas ganaderas con y sin PSA. Los resultados de este estudio pretenden ayudar a los tomadores de decisiones a entender como los recursos que poseen los productores ganaderos con y sin PSA contribuyen con la meta carbono neutralidad de Costa Rica.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio fue realizado en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya en la provincia de Guanacaste, Costa Rica (Figura 1). Estos cantones se ubican en la región conocida como península de Nicoya que es parte del Corredor Biológico Chorotega y del Área de Conservación Tempisque (ACT) y abarcan un área de 2160,7 km<sup>2</sup>. Según datos del INEC (2012) habitan aproximadamente 69 143 habitantes. La topografía de la zona es moderadamente ondulada, pendientes fuertes (promedio del 45%) y con áreas de planicie en algunos sectores de los cantones de Nandayure y Nicoya (Serrano et al. 2008). Las zonas de vida según Holdridge (1978) corresponden a bosque tropical seco, bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano en las partes altas de la península. Además, esta zona es parte del área de influencia del Proyecto Policymix, financiado por la Unión Europea a través del Instituto Noruego para la Investigación de la Naturaleza (NINA); que evalúa el papel de los instrumentos político-económicos como mezcla para la conservación y provisión de los servicios ecosistémicos. Policymix pretende contribuir a la consecución de revertir las tendencias de la pérdida de servicios ambientales por el cambio de uso de suelo, a través del uso de instrumentos económicos en combinación con los instrumentos de política.



**Figura 1.** Ubicación de los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica

La zona tiene altitudes desde el nivel del mar hasta los 1018 m.s.n.m. El clima presenta una época seca desde diciembre a mayo y una época lluviosa desde junio a noviembre. La precipitación media anual oscila entre los 1900 y 2300 mm. La temperatura promedio oscila entre los de 33°C máxima y 22°C mínima (IMN 2008). Los suelos se caracterizan por ser

inceptisoles y alfisoles en las partes altas de la península y en las partes más bajas presencia de vertisoles que se extienden hasta el golfo de Nicoya (Bertsh 1995).

En este territorio predominan áreas de uso agrícola, pecuario, forestal, pesca, turismo y de conservación. Las principales actividades económicas en la parte alta de la península corresponden a la agricultura de hortalizas, granos básicos, ganadería bovina, apicultura, caficultura, citricultura, plantaciones forestales y ecoturismo. En la parte baja de la península sobresale la agricultura de granos básicos, frutales de exportación, ganadería bovina, plantaciones forestales, pesca y turismo de playa (IFAM 2008, 2009a, 2009b).

Para 1970 más del 80% del área había sido deforestada por causa de implementación de prácticas inapropiadas de producción que ocasionaron una fuerte degradación ambiental. El proceso de deforestación fue mayormente atribuido al establecimiento de sistemas de ganadería extensiva y agricultura de granos básicos. Este panorama ocasiono una pérdida de los servicios ecosistémicos, especialmente del recurso hídrico y biodiversidad. Sin embargo, a partir de la década de los 80, este territorio inició procesos de recuperación de la degradación ambiental, logrando recuperar en el año 2000 aproximadamente un 48% de la cobertura forestal. Este logro surgió a través de iniciativas locales, apoyo de programas de cooperación internacional, proyectos y programas de Gobierno como los incentivos forestales y el programa de PSA (Arroyo et al. 2005, Salazar et al. 2007, Serrano et al. 2008).

### ***Selección de la muestra***

La población de ganaderos (lista de cámara de ganaderos de Hojanca, Nandayure y Nicoya) beneficiarios del programa de PSA del FONAFIFO hasta el 2012 es de 42 propietarios. Se seleccionó al azar una muestra de 26 fincas con PSA y un control de 26 fincas no participantes del PSA que provienen del marco muestral de cámara de ganaderos. En total se seleccionó 52 fincas. Para las fincas con PSA se incluyó los beneficiarios registrados desde el año 2003 que corresponde al inicio de la modalidad de sistemas agroforestales (FONAFIFO 2005) hasta el año 2012. La muestra también incluyó beneficiarios de la modalidad de protección de bosque y plantación forestal. Para la toma de información se diseñó una encuesta semiestructurada bajo el enfoque de capitales de la comunidad (Anexo 1). Este instrumento se utilizó para la caracterización de los grupos de fincas con y sin PSA. Una vez identificados los productores se trabajó con grupos focales (Aigner 2010) con el objetivo de validar la encuesta, conocer si las fincas se mantenían en la actividad productiva, ubicación y recomendaciones a considerar al momento de las visitas.

### ***Análisis de capitales***

Se utilizó el enfoque de capitales de la comunidad, para caracterizar los grupos de productores ganaderos con y sin PSA en la zona de estudio. Este enfoque comúnmente es utilizado para identificar el bienestar de las comunidades según los recursos que poseen y se realiza a través de un enfoque metodológico y conceptual; que reconoce las sinergias entre los activos o capitales necesarios para que se dé un proceso de desarrollo sostenible (Flora et

al. 2004, Emery et al. 2006, Gutiérrez-Montes et al. 2009). En este estudio el análisis comprendió los capitales<sup>1</sup> cultural, humano, social, político, productivo, físico y natural agrupados con las variables de interés (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Variables evaluadas para la caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya con el enfoque de los capitales de la comunidad

<b>Factores</b>	<b>Capital</b>	<b>Variables</b>
<i>Humanos</i>	<i>Cultural</i>	<i>Costumbres y tradiciones ganaderas, actividades culturales en las que participa, conocimiento sobre el programa CR carbono neutro, disposición de adoptar SSP*, visualización finca.</i>
	<i>Humano</i>	<i>Miembros del hogar, nivel de educación, edad, participación en actividades de capacitación, participación de la mujer.</i>
	<i>Político</i>	<i>Confianza en programas del Gobierno, como ingreso al PSA, nivel de satisfacción PSA**, inconveniente del PSA, aspectos para mejorar la ganadería.</i>
	<i>Social</i>	<i>Pertenencia a organizaciones, visita de instituciones para asistencia técnica.</i>
<i>Materiales</i>	<i>Financiero-productivo</i>	<i>Sistema de explotación, distribución del hato, alimentación época seca y lluviosa, rotación de apartos, estrategias para mejorar la producción, manejo de residuos, carga animal. Inversión dineros PSA, otras opciones de ingresos</i>
	<i>Físico</i>	<i>Acceso a la finca, maquinaria, medio de transporte para la compra-venta de animales, servicios públicos</i>
	<i>Natural</i>	<i>Porcentaje de los usos de suelo para los grupos con y sin PSA, participación en el corredor biológico, actitud de los ganaderos con respecto a los RRNN***, protección de las fuentes de agua, uso del bosque, especies de pasturas y cercas vivas, uso de los árboles.</i>

*\*SSP: sistemas silvopastoriles, \*\*PSA: pago por servicios ambientales, \*\*\*RRNN: recursos naturales*

### **Análisis de datos**

Los datos fueron obtenidos a partir de las 52 encuestas semi estructuradas en los dos grupos de fincas ganaderas con y sin PSA. La mayoría de los datos corresponden a variables categóricas y continuas. Los datos fueron tabulados y sistematizados utilizando el software

<sup>1</sup>**Capitales:** **Cultural:** constituido por la cosmovisión, conocimiento local, idioma, lenguaje, prácticas de uso de recursos, costumbres, celebraciones que identifican a un grupo de personas de una comunidad. **Humano:** se refiere a las características de las personas que facilitan su habilidad para desarrollar una determinada estrategia de vida. **Social:** incluye la formación de redes de apoyo, pertenencia a grupos organizados y relaciones de confianza. **Político:** se relaciona con las la relación entre las instituciones y organizaciones que cuenta la comunidad. **Productivo:** incluye todos los elementos que se utilizan para generar bienes y servicios. **Físico:** incluye infraestructura básica como vivienda, caminos, animales, maquinarias, herramientas, centros educativos. **Natural:** incluye todos los recursos naturales como aire, agua, suelos, flora, fauna, atractivos naturales, servicios ecosistémicos que los habitantes usan para su producción y reproducción social (DFID 1999, Flora et al. 2004, Gutiérrez-Montes et al. 2008 citado por Bautista-Solís et al. 2012).

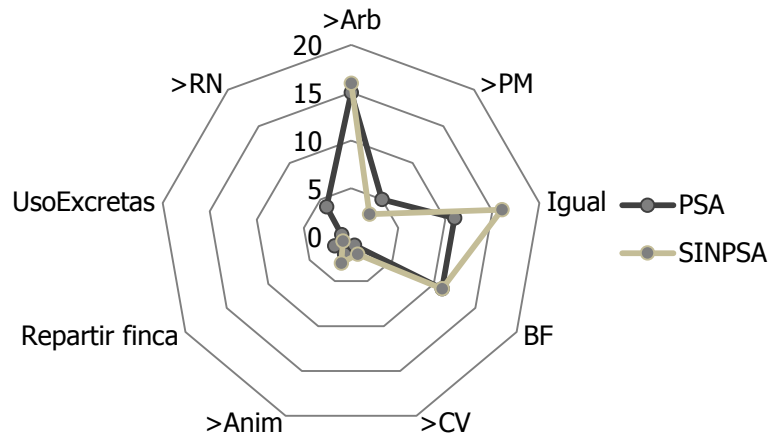
estadístico *InfoStat* versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013). Se realizó un análisis con estadística descriptiva, inferencial y multivariada. Para la variable usos de suelo se realizó una comparación de análisis de varianza entre los grupos de fincas con y sin PSA. Por otro lado, se realizó análisis de correspondencias para ordenar los aspectos para mejorar la ganadería según cada grupo. Además, un análisis de componentes principales para la variable distribución del hato por cantón. Por último, se realizó un análisis de conglomerados en función del tamaño de las fincas con el método Ward y la distancia Euclídea.

## **Resultados**

### ***Capital cultural***

El principal elemento que caracteriza la tradición ganadera en los productores corresponde a un proceso de herencia por parte de los familiares. De los 52 ganaderos encuestados el 94% indicó que se dedican a la ganadería porque lo heredaron de sus padres y abuelos. Con respecto a las actividades culturales la mayoría de los productores conservan y participan de las tradiciones como los desfiles de caballos, bueyes y monta de toros. Además, el 80% de los productores mantiene algún tipo de animal para asistir a estos eventos. Para la pregunta si conoce el programa de Costa Rica carbono neutro el 68% de los productores del grupo de PSA lo ha escuchado en las noticias, charlas o por la radio pero no lo comprenden. En contraste, para el grupo de productores sin PSA solo un 48% menciona que si lo ha escuchado, pero de igual forma desconocen de qué se trata. Sin embargo, ambos grupos tienen interés en saber más sobre el programa y conocer las ventajas y desventajas del mercado voluntario de carbono.

Como variables asociadas para realizar cambios en el sistema de producción se les preguntó la disposición que tienen de adoptar SSP en las fincas. Independientemente del grupo con y sin PSA el 92% respondió que si estaba dispuesto a establecer SSP en su finca. Las actividades de interés que más importancia tuvieron corresponden al establecimiento de árboles y bancos forrajeros. Por último, se consultó sobre las principales acciones a futuro que piensan desarrollar los ganaderos en las fincas. Las acciones que mencionaron los ganaderos se relacionaron al manejo de excretas para producción de abonos orgánicos o producción de biogás, mayor cantidad de árboles (>Arb), mayor área de pasturas mejoradas (>PM), mayor número de animales (>Anim), más cercas vivas (>CV), liberación de áreas para regeneración natural (>RN), establecimiento de banco forrajero (BF), repartir la finca y mantenerla igual. Para los grupos de ganaderos con y sin PSA las tres principales acciones de interés corresponden a tener mayor cantidad de árboles, mantener la finca igual y el establecimiento de bancos forrajeros (Figura 2).



**Figura 2.** Acciones a futuro para las fincas de los productores ganaderos con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. >Arb=más árboles, >PM=más pasturas mejoradas, BF= banco forrajero, >RN= más áreas de regeneración natural, >CV= más cercas vivas, >Anim= más cantidad de animales

### **Capital humano**

El promedio de edad de los productores ganaderos con PSA es de 57 años y sin PSA de 54 años. El 78% de los ganaderos tiene educación primaria completa y solo un 16% con educación secundaria. Además, se encontró un 4% con educación primaria incompleta y un 2% con educación universitaria. Con respecto al número promedio de miembros por familia es de cuatro integrantes para los dos grupos con y sin PSA. En relación a la participación en actividades de capacitación el 75% del grupo de productores con PSA y el 80% de los productores sin PSA menciono haber tenido algún tipo de capacitación en temas de ganadería sostenible, manejo de pasturas y alimentación animal.

En el caso de la participación de las mujeres éstas se relacionan más a las actividades de ordeño y elaboración de derivados de la leche como quesos en los sistemas de doble propósito. En los sistemas de producción de carne las decisiones son mayormente tomadas por los hombres. Esta situación ocasiona una baja participación directa de la mujer en la actividad ganadera. Sin embargo, resaltan el papel de la mujer en las actividades reproductivas relacionadas con el cuidado de los niños, la enseñanza de los valores, tradiciones, normas y el trabajo del hogar.

### **Capital político**

La forma de ingreso al programa de PSA para la muestra en estudio encontró que un 85% realiza los trámites a través de los centros agrícolas cantonales de Hojancha y Nandayure. Solo un 7% menciono haber contratado los servicios de un regente forestal. El 54% de los productores con PSA mencionó que el principal inconveniente del programa se relaciona al monto de pago por hectárea en la modalidad de protección de bosque. Por otro lado, se quiso indagar sobre el nivel de confianza que tienen con los programas y proyectos del Gobierno de Costa Rica. Se encontró que el 100% de los ganaderos independientemente

del grupo con y sin PSA tienen confianza. Con respecto a los aspectos que consideran los ganaderos para mejorar la actividad ganadera en el país, el grupo con PSA identificó la necesidad de contar con créditos diferenciados con bajas tasas de intereses y asistencia técnica. Mientras que para los productores sin PSA resultó de interés la existencia de subsidios, mejores precios de venta y capacitación.

### ***Capital social***

Los ganaderos con y sin PSA tienen sentido de pertenencia mayormente hacia la cámara de ganaderos del respectivo cantón, Hojancha, Nandayure y Nicoya. Estas organizaciones se encuentran adjuntas a la cámara de ganaderos de Guanacaste y la federación de cámara de ganaderos de Guanacaste. La federación cuenta con la participación de un miembro en la junta directiva de la Corporación Ganadera (CORFOGA) que representa los intereses y lucha por el bienestar del sector ganadero del país y la provincia de Guanacaste.

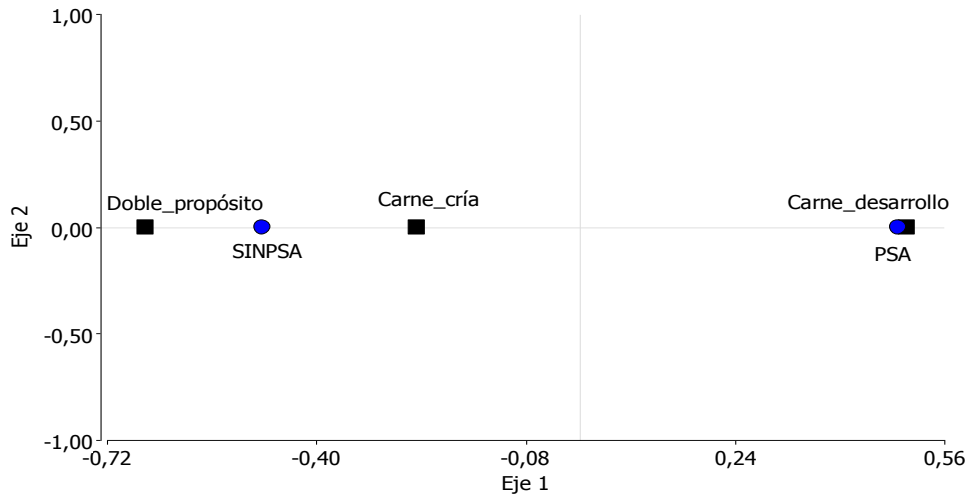
Por otro lado, un 14% del grupo de ganaderos con PSA y 17% del grupo sin PSA indicaron que mantienen relaciones de pertenencia con organizaciones comunitarias y cooperativas del sector lácteo y café. (Dos Pinos, Coopepilangosta R.L y Coopecerroazul R.L). En relación a la visita de instituciones para brindar asistencia técnica a los ganaderos, los dos grupos identificaron al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) como el actor institucional que realiza esta labor. Sin embargo, el 60% de los productores con PSA y el 73% de los productores sin PSA mencionaron que en los últimos años han disminuido las visitas por parte de los técnicos.

### ***Capital financiero - productivo***

Se encontraron sistemas de producción<sup>2</sup> de carne y doble propósito para los dos grupos de fincas con y sin PSA. El análisis de correspondencia (p-value: 0,0056) evidenció que los sistemas de doble propósito y carne en la modalidad de cría se agrupan principalmente en las fincas sin PSA. Mientras que el grupo con PSA se caracteriza por una mayor presencia de sistemas de ganadería de carne en la modalidad de desarrollo (Figura 3). La distribución de los sistemas de producción mostró que el 89% de las fincas con PSA se dedican a la producción de carne, tomando relevancia la modalidad de desarrollo con un 67% y un 22% a la modalidad de cría. La modalidad de doble propósito (leche y carne) solo representa un 11%. Para las fincas ganaderas sin PSA el 36% se dedica al doble propósito y un 64% a la producción de carne, distribuido en 40% cría y 24% desarrollo. Se encontró que el valor de carga animal para el grupo de fincas ganaderas con PSA es de  $1,50 \pm 0,17$  UA/ha y para el grupo sin PSA es de  $1,80 \pm 0,17$  UA/ha.

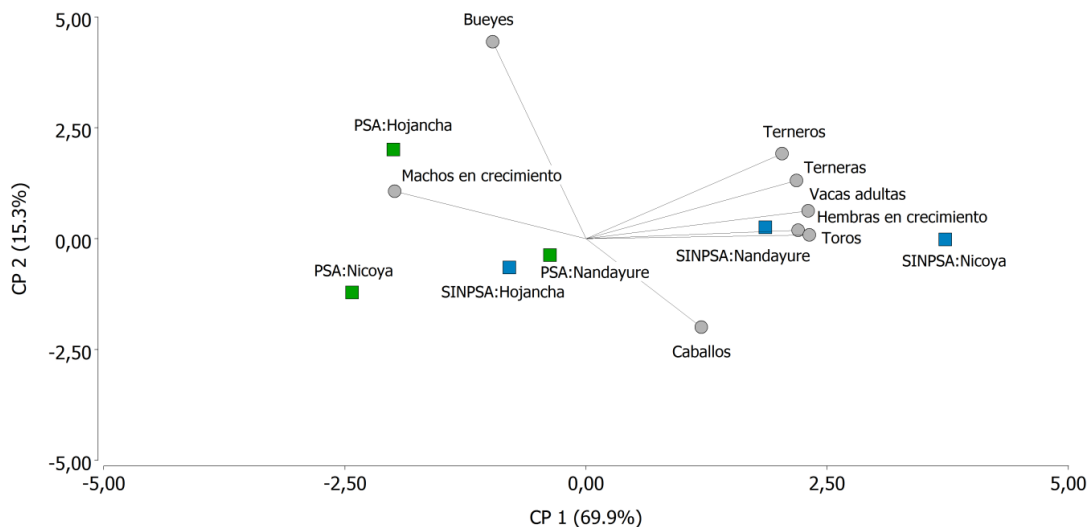
---

<sup>2</sup> Sistemas de producción: se identificaron los sistemas dedicados a la producción de carne y doble propósito (leche y carne). En los sistemas de producción de carne sobresalen las modalidades de cría (venta de terneros al destete), desarrollo (ganaderos que compran animales al destete y los llevan a pesos de 350-400 kg) y engorde (ganaderos que compran animales a los desarrolladores o recién destetados y los llevan a un peso entre los 450 y 550 kg peso vivo).



**Figura 3.** Análisis de correspondencias (p-value: 0,0056) para los sistemas de producción según los grupos de fincas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. PSA: pago por servicios ambientales; SINPSA: sin pago por servicios ambientales

La distribución del hato para los cantones mostró una tendencia a la tenencia de machos en crecimiento para las fincas con y sin PSA en Hojancha y fincas con PSA de Nandayure y Nicoya. La presencia de vacas, toros, terneras, hembras en crecimiento se inclinó a las fincas sin PSA de Nandayure y Nicoya (Figura 4). El análisis de componentes principales mostró una tendencia de relación negativa de los machos en crecimiento con respecto a las otras categorías de animales (vacas, toros, terneros, terneras, novillas). La presencia de bueyes y caballos no presentan ninguna relación con respecto a las otras categorías de animales. Este análisis explica el 85,2% de la variabilidad total de las observaciones.



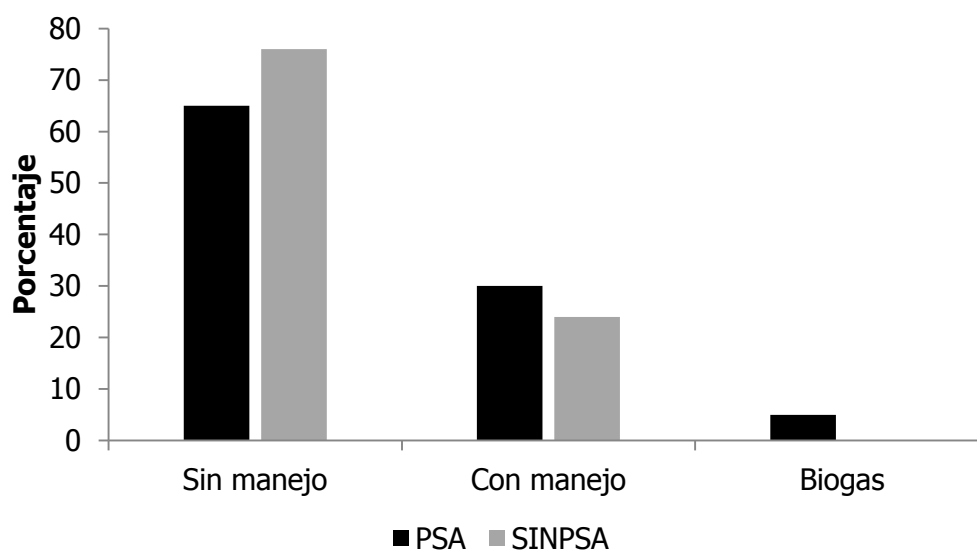
**Figura 4.** Análisis de componentes principales para la variable categoría de animales para los grupos de fincas de Hojancha, Nandayure y Nicoya con y sin pago por servicios ambientales (PSA). Los círculos representan las categorías de animales, cuadros verdes corresponden a los grupos de fincas con PSA y los cuadros azules los grupos de fincas sin PSA



La alimentación de los animales en época lluviosa para el grupo de ganaderos con PSA se basa principalmente en pasturas (82%), banco forrajero (5%), subproductos (11%) como destilado de maíz, melaza y en algunas ocasiones pollinaza, concentrados (2%) y sales minerales a libre consumo. En época seca la alimentación se basa en pasturas (40%) banco forrajero (32%), subproductos (28%) como pollinaza, melaza, semolina y destilado de maíz, concentrados (1%) y minerales a libre consumo.

Para los productores sin PSA la alimentación en época lluviosa consiste de igual manera en el uso de pasturas (68%), subproductos (22%) como melaza, semolina y destilado de maíz, concentrados (10%) y minerales a libre consumo. Durante la época seca consiste en pasturas (34%), banco forrajero de gramíneas (22%), subproductos (42%) como pacas de arroz, semolina, melaza, frutas y desechos de galletas, concentrados (4%) y minerales a libre consumo.

En relación a la implementación de buenas prácticas de manejo, los grupos de fincas con y sin PSA realizan un manejo de los apartos con una rotación de 15 a 22 días, durante la época lluviosa. Sin embargo, en época seca cuando la disponibilidad de pasto disminuye, los apartos permanecen abiertos sin ningún tipo de rotación. Con respecto al manejo de excretas el 65% de los ganaderos del grupo de PSA y el 76% sin PSA no realizan ningún manejo. No obstante, el 30% de fincas con PSA y el 24% sin PSA recolectan y lo aplican a las pasturas o cultivos, y solamente un 5% lo destina para producción de biogás (Figura 5).



**Figura 5.** Distribución porcentual del uso de las excretas para los grupos de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Con manejo corresponde al uso de las excretas para la aplicación a la pastura y elaboración de compostaje, Biogás se refiere al uso de Biodigestor de polietileno

Por último, las estrategias que han realizado los ganaderos del grupo con PSA para mejorar su capital productivo, corresponde mayormente al establecimiento de pasturas mejoradas (42%) y plantaciones forestales (40%). Para los productores sin PSA el 52%

estableció áreas de pastura mejorada y el 37% realizó otras actividades como alquiler de tierras para siembra de cultivos, venta de pasto, cultivo de café o vender parte de la finca.

En relación al componente financiero la inversión de los dineros recibidos por el programa de PSA en la modalidad protección de bosque es destinado por los ganaderos para mejoras en la finca (56%), economía del hogar (34%) y ahorro (10%). Las actividades de mejora en la finca están reglamentadas en el contrato de PSA; donde se obliga el mantenimiento de rondas para evitar incendios forestales y cercas para prohibir el ingreso de los bovinos al área de protección. Con respecto a la modalidad de plantación forestal los ganaderos expresaron que la totalidad del dinero es destinado para el establecimiento de la plantación forestal. Los rubros en que incurren corresponden a la compra y transporte de material vegetal, preparación del terreno, fertilización y mano de obra.

Por otro lado, se indagó acerca de otras alternativas de ingresos que recibían los ganaderos del grupo con PSA. Los resultados encontraron que el 77% de los ganaderos cuentan con otra actividad generadora de ingresos. Entre las actividades en general sobresalió la agricultura de granos, café y cítricos, producción de cerdos, apicultura, empleados públicos, comerciantes y jubilados. El restante 23% de los ganaderos se dedican exclusivamente a la ganadería. Para el grupo de fincas sin PSA se encontró que el 54% de los ganaderos cuenta con otra actividad que genera ingresos adicionales y el restante 46% se dedica solamente a la actividad ganadera. Para este grupo las actividades corresponden de manera similar al grupo con PSA, encontrándose agricultura de granos, cítricos y café, venta de mano de obra, empleados públicos y jubilados, comerciantes, avicultura y transportista.

### ***Capital físico***

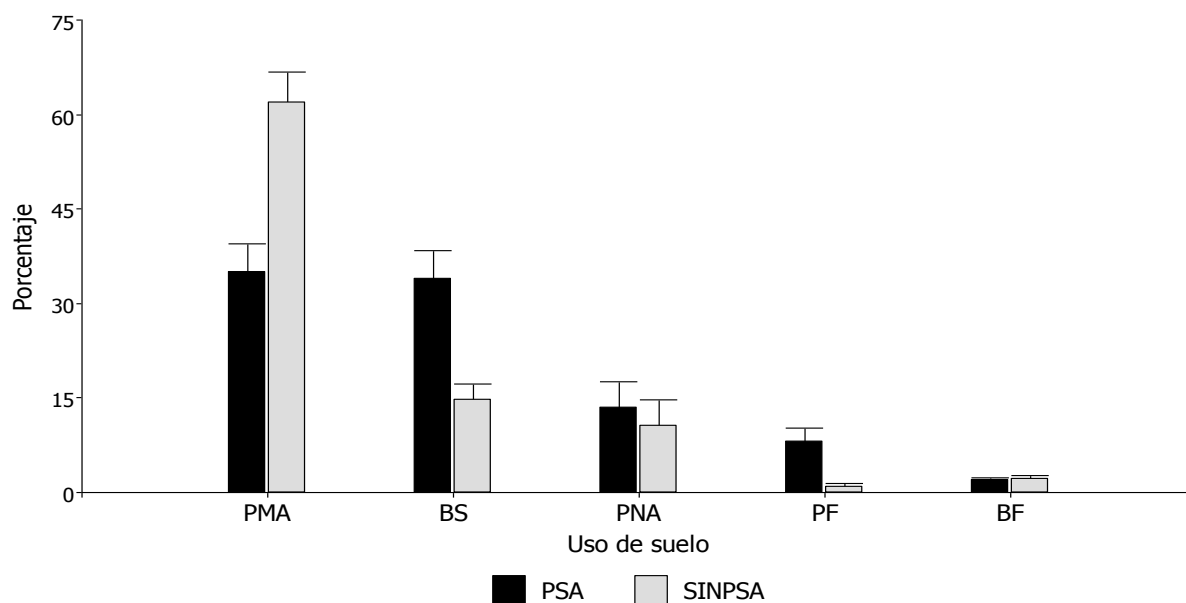
Las condiciones de acceso a las fincas del grupo con PSA se realizan en un 89% por carreteras destapadas y solo un 11% por medio de carretera asfaltada. Las condiciones para el grupo sin PSA son similares, donde el 84% de las fincas tiene acceso a través de carretera destapada y un 16% por carretera asfaltada. Los ganaderos independientemente del grupo con y sin PSA expresaron que en época lluviosa las carreteras destapadas presentan muy malas condiciones. Sin embargo, no imposibilitan el tránsito de los vehículos pero si genera un deterioro.

Por otro lado, se encontró que el 81% de los ganaderos con PSA y el 72% sin PSA poseen algún tipo de maquinaria y vehículos. La maquinaria que mencionan corresponde a picadoras de pastos, motobombas para fumigación y motosierras. Mientras que para los vehículos sobresalen las motocicletas, automóviles, carros doble tracción, y en menor cantidad camiones y tractores. Sin embargo, el 90% de los ganaderos del grupo con PSA y el 92% sin PSA contratan el servicio de transporte para la compra y venta de animales. Solamente el 8% del grupo sin PSA indicó que lo realiza con transporte propio. Mientras que para el grupo con PSA solo el 7% indicó que el comprador llega a la finca por los animales y un 3% lo realiza con transporte propio.

Con respecto a los servicios públicos, el 92% de las fincas del grupo con PSA y el 100% sin PSA cuentan con servicios eléctricos que les provee el Instituto Costarricense de Electricidad y la cooperativa de servicios de electrificación de Guanacaste. El acceso al agua potable es brindado mayormente por las asociaciones administradoras de acueductos y alcantarillados sanitarios conocidas como ASADAS, y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. El 100% de los ganaderos (grupos con y sin PSA) en la zona de estudio expresaron que cuentan con servicio de telefonía residencial en sus casas y que la cobertura de telefonía celular es de regular a buena. Por otro lado, mencionaron que en las comunidades donde habitan cuentan con escuela pública y transporte para los estudiantes de secundaria. Los servicios de salud son remitidos a los centros de salud comunitarios conocidos como EBAIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud) o a las clínicas de los cantones.

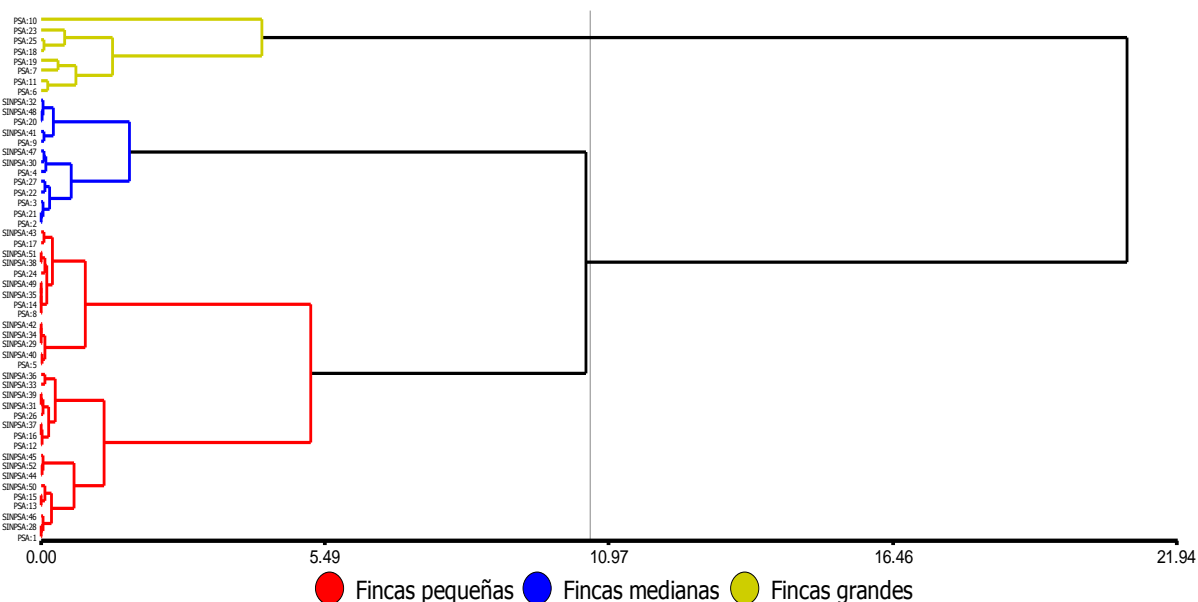
### **Capital natural**

Los usos de suelo identificados en la muestra de fincas ganaderas para la zona de estudio corresponden a bosque secundario, pastura mejorada con y sin árboles, pastura natural con y sin árboles, plantación forestal, banco forrajero, regeneración natural, cultivos anuales y perennes. En la comparación de los usos de suelo entre los grupos con PSA y sin PSA se encontraron diferencias significativas entre las medias (Figura 6) de bosque secundario ( $p$ -value = 0,0001), plantación forestal ( $p$ -value= 0,0024) y pasto mejorado con árboles ( $p$ -value= 0,0001).



**Figura 6.** Porcentaje de los usos de suelo en fincas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. PMA=pastura mejorada con árboles, BS=bosque secundario, PNA=pastura natural con árboles, PF= plantación forestal, BF=banco forrajero. Las barras indican el error estándar

A partir de la información del área de la finca y participación en el programa de PSA se elaboró un análisis de conglomerados. Se identificó tres agrupamientos (correlación cofenética: 0,631) de fincas entre participantes y no participantes del programa. Los grupos corresponden a fincas grandes (85-218 Ha) con un 15,4%, fincas medianas (45-70 Ha) con un 25% y fincas pequeñas (5-40 Ha) con un 59,6% (Figura 7). El análisis de varianza encontró que existen diferencias significativas entre los grupos identificados (p-value: <0,0001). Se observó que para las fincas grandes todas corresponden al grupo con PSA.



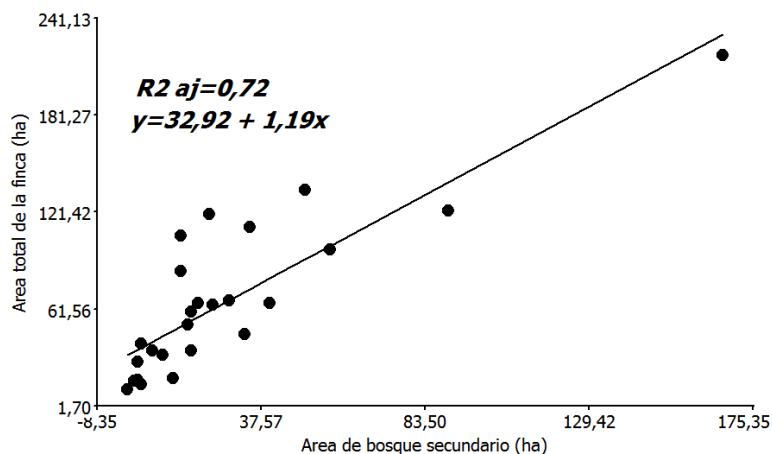
**Figura 7.** Análisis de conglomerados para fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales con respecto al tamaño total de las fincas. Los círculos en colores representan los grupos identificados

El análisis de conglomerados evidenció que el 100% del grupo de fincas grandes corresponden a fincas con PSA. Mientras que para las fincas medianas la distribución es de 61,5% con PSA y 38,4% sin PSA. Las fincas pequeñas presentaron una distribución de 35,4% para el grupo con PSA y 64,5% sin PSA. Las variables significativas de usos de suelo como bosque secundario, plantación forestal y pasto mejorado con árboles presentaron mayor área en el grupo de fincas grandes y menor en el de fincas pequeñas (Cuadro 2). Además, los mayores valores de carga animal se mostraron en las fincas pequeñas tanto con PSA como sin PSA, y para fincas medianas tendencia de mayor carga animal favoreció a las fincas sin PSA. La relación entre el área de banco forrajero (BF) y el total de unidades animales (UA) para los tamaños de fincas presentó bajas relaciones para los tamaños de fincas con y sin PSA. No obstante, sobresale con un mayor porcentaje las fincas pequeñas con 0,043 para PSA y 0,022 para el grupo sin PSA.

**Cuadro 2.** Descripción de porcentajes del área de usos de suelo para fincas grandes, medianas y pequeñas con y sin pago por servicios ambientales de Hojanča, Nandayure y Nicoya, Costa Rica (valores  $\pm$  indican el error estándar)

Uso de suelo	% Fincas pequeñas		% Fincas medianas		% Fincas grandes
	PSA (n=11)	SINPSA (n=20)	PSA (n=7)	SINPSA (n=6)	PSA (n=8)
Banco forrajero (BF)	3,55 $\pm$ 1	2,6 $\pm$ 1	0,8 $\pm$ 0	0,4 $\pm$ 0	0,5 $\pm$ 0
Bosque secundario (BS)	22 $\pm$ 6	15 $\pm$ 3	39 $\pm$ 7	14 $\pm$ 5	41 $\pm$ 9
Pasto mejorado con árboles (PMA)	41 $\pm$ 7	67 $\pm$ 4	32,5 $\pm$ 7	51,4 $\pm$ 16	25,8 $\pm$ 9
Pasto natural con árboles (PNA)	6,3 $\pm$ 3	5,8 $\pm$ 3	21,8 $\pm$ 12	13,8 $\pm$ 9	24,3 $\pm$ 10
Plantación forestal (PF)	13 $\pm$ 3	0,6 $\pm$ 0	4,3 $\pm$ 4	2,2 $\pm$ 1	4,1 $\pm$ 2
Carga animal (CA=UA/ha)	1,95 $\pm$ 0,33	1,83 $\pm$ 0,33	1,29 $\pm$ 0,18	1,63 $\pm$ 0.26	1,07 $\pm$ 0,23
Relación área BF/UA	0,043	0,022	0,016	0,001	0,008

La exploración de una regresión lineal entre las variables área de la finca y área de bosque presentó una tendencia favorable para el grupo de PSA. Por lo cual, a partir de la estimación se puede expresar que, conforme aumenta en 33 ha el área de la finca del grupo con PSA, el área de bosque aumenta en 1,19 ha (Figura 8). Por otro lado, las regresiones entre los usos de suelo BF, PMA, PF y BS con respecto a la carga animal no presentó resultados significativos.



**Figura 8.** Análisis de regresión lineal (p-value: <0,0001) entre las variables área total de la finca y área de bosque secundario para fincas ganaderas con pagos por servicios ambientales de Hojanča, Nandayure y Nicoya, Costa Rica

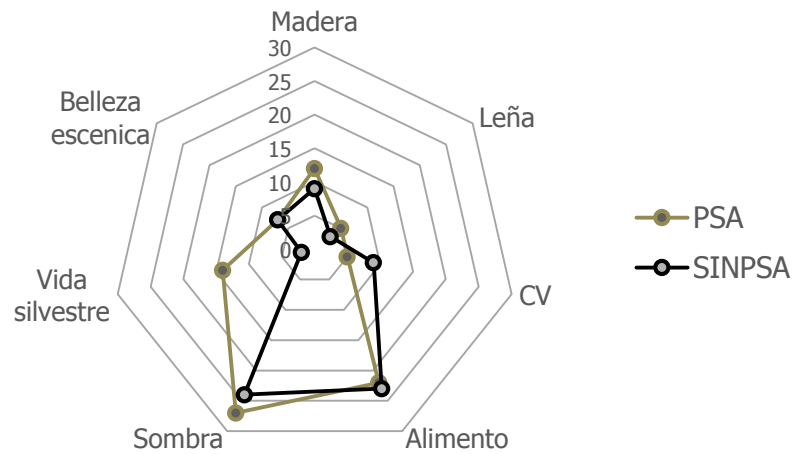
Además, se indagó en la relación entre porcentaje de banco forrajero, pastura mejorada y porcentaje de bosque secundario. Se partió del supuesto que fincas ganaderas que dedicaron áreas a la conservación, intensificaron el sistema productivo con la adopción de pasturas mejoradas y bancos forrajeros. Los resultados obtenidos no muestran relaciones significativas entre las variables porcentaje de banco forrajero y bosque secundario (p-value: 0,4573), y de igual manera para la relación porcentaje de pastura mejorada con árboles y bosque secundario (p-value: 0,2677), para los grupos de fincas ganaderas con y sin PSA.

Por otro lado, en el contexto del corredor biológico Chorotega, los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya forman parte de este corredor, que además es parte del Corredor Biológico Mesoamericano. Por lo cual, resultó importante conocer que opinan los productores sobre este término. El 42% de los ganaderos con PSA y el 58% sin PSA mencionaron que no conocen el término corredor biológico. Los productores con y sin PSA que habían escuchado el término, lo asocian con el paso de animales por bosques, fincas hacia las áreas protegidas. Estas personas comentaron ser partícipes del corredor biológico de la región debido a que sus fincas sirven de paso para los animales silvestres y prohíben la cacería en sus fincas.

Por otro lado, el 55% del grupo con PSA y el 45% sin PSA indicaron que la actitud de los ganaderos con respecto a los recursos naturales es buena y ya no se piensa en deforestar ni cazar animales. Además, el 90% del grupo son PSA y el 95% sin PSA mencionaron que no les interesa realizar aprovechamiento del bosque para aumentar sus áreas de pasturas. Con respecto a la protección de las fuentes de agua, solamente el 20% de los ganaderos con PSA mantiene con cercas las áreas de bosque para restringir el acceso de los animales.

Las especies de pastura que mayormente se encuentran en las fincas con PSA son *Brachiaria brizantha* con un 52% e *Hyparrhenia rufa* (jaragua) con un 22%. Mientras que en fincas sin PSA corresponden igualmente a *Brachiaria brizantha* con un 38% y *Dischantium aristatum* con un 22%. Para la selección de especies destinadas a cercas vivas existió una preferencia por la especie *Bursera simarouba* (indio desnudo) para los grupos con y sin PSA. El 55% de los productores con PSA y un 50% sin PSA mencionaron que es una especie manejable para la finca, debido a que los rebrotes se utilizan para nuevos postes. La existencia de cercas vivas en las fincas ganaderas desempeña un papel clave en la estructura y composición del paisaje ganadero de Hojancha, Nandayure y Nicoya.

Las especies maderables utilizadas en cercas vivas para el grupo con PSA sobresalen el pochote (*Pachira quinata*) y la teca (*Tectona grandis*). Para las fincas sin PSA solamente se identificó el pochote como especie maderable. Se encontró que la teca es la especie preferida por los ganaderos para el establecimiento de plantaciones forestales y cercas por la alta expectativa en su valor comercial. Además, se indagó los criterios de más importancia para mantener árboles en los potreros para los grupos con y sin PSA. De los siete criterios de interés (madera, leña, cercas vivas, alimento, sombra, vida silvestre y belleza escénica) sombra y alimento fueron los que se identificaron de mayor importancia para los ganaderos (Figura 9).



**Figura 9.** Importancia de los árboles en potreros de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. CV: cerca viva

## Discusión

Los estudios a nivel de Costa Rica evidencian que existe poca información en relación al interés y preocupación de la población nacional respecto al cambio climático (Vignola 2010) y el desarrollo del mercado voluntario de carbono (MINAE 2013). Este comportamiento refleja la ausencia de acciones de capacitación e información que aumenten el capital cultural y humano en relación al programa de cambio climático que lidera el país. Iniciativas para la adopción de SSP en el sector ganadero contribuyen positivamente en el capital cultural y natural a nivel local y regional. Las experiencias desarrolladas por el proyecto GEF/Silvopastoril en Esparza, Costa Rica mostró cambios en los usos de suelos en las fincas participantes, contribuyendo al capital natural y productivo (Casasola et al. 2009).

Las acciones para la implementación de SSP a nivel nacional contribuyen al programa de cambio climático de Costa Rica (MINAET 2009). Sin embargo, existen limitantes para la adopción de SSP que incrementen el capital natural. La ausencia de créditos diferenciados, mejores precios de venta, asistencia técnica y capacitación; son algunos de los inconvenientes que restringen mejoras en el sector ganadero para la adopción de SSP (Villanueva et al. 2009). A nivel institucional los productores de Hojancha, Nandayure y Nicoya identifican el MAG como el promotor del desarrollo e incidencia política de la zona en aspectos agrícolas y pecuarios (Morales 2012). Esto concuerda al encontrar que los grupos como cámaras de ganaderos trabajan en coordinación con el MAG y en el caso de la promoción del PSA se relaciona a los centros agrícolas de Hojancha y Nandayure.

Las preguntas respecto monto otorgado por participar en el PSA, concuerda con lo encontrado por Vingelsgård (2012) en la península de Nicoya donde concluye que el monto de pago es un motivo de insatisfacción para los participantes al programa. No obstante, la distribución con respecto al uso que hacen del dinero mostró varios rubros que concuerda

con Greiner & Stanley (2013) donde enfatizan que además de generar aportes al capital natural también generan beneficios al capital social y financiero

La tenencia de capital natural en la región no necesariamente podría estar influenciado por el programa de PSA y podría atribuirse al abandono de las áreas de pastoreo por la caída en los precios de la ganadería en los 70 (Sanchez-Azofeifa et al. 2001a, 2007b). Otros factores relacionados al interés local de recuperar áreas degradadas, presencia de actores externos, desarrollo de capacidades y liderazgo son aspectos que favorecieron el proceso de cambio de uso del suelo (Morales 2012, Serrano et al. 2008, Salazar et al. 2007). Esto además concuerda con lo expresado por los ganaderos de Hojanca, Nandayure y Nicoya.

Este cambio cultural contribuyó al establecimiento de corredores biológicos (CB) en la región a través del CB Chorotega. Para Arroyo et al. (2005), el proceso favoreció la recuperación del paisaje en la región de Guanacaste y contribuyó a la consolidación de CB, recuperación de la biodiversidad y servicios ambientales. La zona de estudio cuenta con siete CB y un capital cultural que favorece el manejo sostenible de los recursos naturales a través de las organizaciones locales, comunidades, cooperación externa y actores interinstitucionales (SINAC 2012).

Los aspectos productivos concuerdan con los resultados encontrados por Campos (2011) en el análisis de fincas ganaderas para el cantón de Hojanca, obteniendo un 88% de fincas dedicadas a la producción de carne. Además, menciona que el 73% de las fincas utiliza algún tipo de suplementación en época seca. Sin embargo, las áreas dedicadas al establecimiento de bancos forrajeros para los tres grupos de fincas, en promedio, no supera más de una hectárea y como comparación los datos encontrados por GAMMA (2009) presentan áreas de  $1,5 \pm 0,43$  ha para la región Chorotega. Por último, los valores de carga animal reportados por CORFOGA (2013) en la última encuesta ganadera reportó 0,71 UA/ha para la región Chorotega. Si bien, estos datos están por debajo de los reportados en este estudio, Campos (2011) también encontró valores similares de carga animal que comprenden de  $0,71 \pm 0,22$  UA/ha hasta  $1,25 \pm 0,09$  UA/ha para las fincas evaluadas en Guanacaste.

Como se esperaba las fincas con PSA presentaron mayores porcentajes de área de bosque y plantación forestal. Esta condición puede estar favorecida por la otorgación del beneficio económico por participar en el programa de PSA. Sin embargo, la tendencia se orienta hacia las fincas de mayor área. La relación entre tamaño de finca y área de bosque así lo evidenció. Zbinden & Lee (2005), Vingelsgård (2012) y Skovmand & Friis (2013) también indican que la distribución del PSA favorece a las fincas de mayor área.

Al analizar la relación de bosque en función del tamaño para el grupo de fincas son y sin PSA, fue de interés conocer si esto ocasionaba un efecto de intensificación de la ganadería. Sin embargo, las regresiones entre porcentaje de banco forrajero y bosque secundario no resultaron significativas. Por lo cual, se podría estar estimando que el proceso de recuperación forestal en fincas ganaderas surge de manera independiente al proceso de



intensificación del sistema ganadero. Así también lo evidencia la relación pastura mejorada con áreas de bosque con resultados no significativos.

Es posible que con los recursos del PSA permitan a los ganaderos invertir en el establecimiento de áreas de banco forrajero, compra de equipo (picadora) y contratación de mano de obra para el desarrollo de sistemas ganaderos con prácticas silvopastoriles. Algunos estudios realizados en Costa Rica evidencian que la falta de recursos o capital representa una barrera para la adopción de tecnologías como bancos forrajeros y la contratación de mano de obra (Villanueva et al. 2009). Además, es interesante que fincas sin PSA presenten mayor porcentaje de pasturas mejoradas con árboles dispersos. Esta modalidad no está incluida por FONAFIFO, por lo cual, fincas sin PSA no tendrían incentivos económicos al respecto.

## **Conclusiones**

Los recursos (capitales) de las fincas con PSA mostraron una tendencia a favor del capital natural en los porcentajes de bosque secundario y plantación forestal. La mayor presencia de bosque secundario no puede ser considerada como un factor atribuido al PSA. Factores como caída de los precios de la carne en la década de los 70 y el abandono de áreas de pastoreo en zonas de alta pendiente son factores que influyeron en el proceso de restauración del paisaje. El tamaño de las fincas y topografía parece ser un factor que excluye a las fincas para ingresar al programa de PSA. Por otro lado, existe una tendencia fuerte para el grupo de PSA orientado a sistemas de producción de carne en la modalidad de desarrollo. Esto difiere del grupo sin PSA que se relaciona más al doble propósito. Las áreas bosque secundario en las fincas con y sin PSA no reflejaron una tendencia hacia una mayor intensificación del sistema ganadero con el establecimiento de bancos forrajeros ni pasturas mejoradas con árboles.

Los capitales que pueden favorecer la política carbono neutralidad corresponden al capital cultural, político y natural. Los productores indistintamente del grupo con y sin PSA concuerdan en tener confianza en los programas del gobierno de Costa Rica y el no conocer sobre la estrategia país de carbono neutralidad no los limita a querer tener más árboles en las fincas. Existen características que podrían promover el establecimiento de sistemas silvopastoriles en la zona con respecto a los recursos encontrados en el capital cultural y natural. El capital político muestra que a nivel de país el Estado debe generar acciones que lleguen a mejorar las condiciones del sector ganadero y de esta forma promover las buenas prácticas ganaderas y SSP. Es posible que los recursos económicos del PSA orientados a intensificar los sistemas ganaderos puedan contribuir a la adopción de bancos forrajeros, liberación de áreas no aptas para la ganadería y establecimiento de árboles en pasturas que aumenten el capital natural y aporten al programa Costa Rica carbono neutro.

## Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, proyecto Policymix, productores de Hojancha, Nandayure y Nicoya, cámara de ganaderos de Hojancha, Nandayure y Nicoya. Al Ing. Juan Bautista Méndez Cruz de la oficina del MAG Hojancha, Ing. Danilo Guzmán de la agencia de servicios agropecuarios de Nandayure y el Ing. Juan Pablo Muñoz Fonseca del MAG, Nicoya.

## Bibliografía

- Aignerren, M. 2010. La técnica de recopilación de información mediante los grupos focales. Universidad de Antioquia. Medellín. 32 p.
- Arroyo-Mora, J; Sánchez-Azofeifa, A; Rivard, B; Calvo, J; Janzen, D. 2005. Dynamics landscape structure and composition for the Chorotega region, Costa Rica from 1960 to 2000. *Agriculture Ecosystems & Environment* 106: 27-39
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. San José, CR. 157 p.
- Campos, P. 2011. Evaluación de la toma de decisiones de productores ganaderos respecto a las medidas de adaptación a cambio climático en Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 113 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), The Global Mechanism (Mecanismo Mundial de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación). 2012. Incentivos y mecanismos basados en el mercado para el fomento de manejo sostenible de la tierra: marco e instrumento para evaluar la aplicabilidad. Roma. 78 p.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Ríos, N; Tobar, D. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 103- 125 p.
- Chacón, M; Harvey, C. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. *Agroforestry Systems* 68: 15-26
- CORFOGA (Corporación Ganadera, CR). 2013. Informe encuesta ganadera 2012. San José, CR. 72 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Emery, M; Fey, S; Flora, CB. 2006. Using community capitals to develop assets for positive community change. *CD Practice* (13): 19.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la ganadería a examen. Roma. 200p.
- \_\_\_\_\_. 2012. Invisible guardians: women manage livestock diversity. *FAO Animal Production and Health Paper No. 174*. Roma. 74 p.
- \_\_\_\_\_. 2011. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para alimentación y agricultura: cómo gestionar los sistemas en peligro. Roma. 50 p.
- Flora, CB; Flora, JL; Fey, S. 2004. *Rural communities legacy + change*. 2ed. Boulder, US, Westview Press. 372 p.

- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, CR). 2005. FONAFIFO: Más de una década de acción. San José, CR. 70 p.
- \_\_\_\_\_. 2012. Comercialización del servicio de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI): generado en fincas con contrato de PSA, área de proyecto Guanacaste, Costa Rica. San José, CR. 33 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Distribución de hectáreas contratadas en pago por servicios ambientales, por año y por modalidad: período 1997-2012. (en línea). Consultado 20 octubre 2013. Disponible en [http://www.fonafifo.go.cr/paginas\\_espanol/servicios\\_ambientales/sa\\_estadisticas.htm](http://www.fonafifo.go.cr/paginas_espanol/servicios_ambientales/sa_estadisticas.htm)
- Fournier, L.A. 1985. El sector forestal de Costa Rica: antecedentes y perspectivas. *Agronomía costarricense* 9: 253- 260
- GAMMA (Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente, CR); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2009. Síntesis de los estudios preliminares y análisis de factores que influyen en la competitividad de la ganadería en Costa Rica y recomendaciones para mejorarla. Turrialba, Costa Rica. 152 p.
- Garbach, K; Lubell, M; DeClerck, F. 2012. Payment for Ecosystem Services: The roles of positive incentives and information sharing in stimulating adoption of silvopastoral conservation practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 156: 27- 36
- Gutiérrez-Montes, I; Emery, M; Fernandez-Baca, E. 2009. The Sustainable Livelihoods Approach and the Community Capitals Framework: The Importance of System-Level Approaches to Community Change Efforts. *Community Development* 40 (2): 106 – 113
- Greiner, R; Stanley, O. 2013. More than money for conservation: exploring social co- benefits from PES schemes. *Land Use Policy* 31: 4-10
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. *Life zone ecology*. IICA. San José, Costa Rica. 216 p. (Serie de libros y materiales educativos IICA no. 34).
- IFAM (Instituto de Fomento y Asesoría Municipal, CR). 2008. Plan de desarrollo humano local del cantón de Hojanca 2009- 2013. Hojanca, CR. 130 p
- \_\_\_\_\_. 2009a. Plan de desarrollo humano local del cantón de Nandayure 2010- 2020. Nandayure, CR. 53 p.
- \_\_\_\_\_. 2009b. Plan de desarrollo humano local del cantón de Nicoya 2011- 2020. Nicoya, CR. 108 p
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR). 2008. Cambio climático: clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. San José, CR. 75 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, CR). 2012. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Resultados generales. INEC. San José, CR. 142 p.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and Deforestation: Central America in the 1980s and 1990s: A policy perspective. CIFOR. Jakarta, Indonesia. 88 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR), DCC (Dirección de Cambio Climático), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2013. Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica MDVCCR: un instrumento hacia la C-Neutralidad. San José, CR. 168 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, CR). 2012. Estudio de cobertura forestal de Costa Rica 2009-2010. San José, CR. 26 p.
- Morales, I. 2012. Evaluación de la resiliencia socioecológica en Guanacaste- Costa Rica: casos Nicoya, Hojanca y Nandayure. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 153 p.
- Pagiola, S; Ramírez, E; Gobbi, J; Haan, C; Ibrahim, M; Murgueitio, E; Ruíz, J. 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics* 64: 374-385.

- Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65: 712-724.
- Robalino, J; Pfaff, A; Sánchez-Azofeifa, A; Alpizar, F; León, C; Rodríguez, CM. 2008. Deforestation Impacts of Environmental Services Payments: Costa Rica's PSA Program 2000–2005. *Environment for Development*. 20 p.
- Salazar, M; Campos, J; Prins, C; Villalobos, R. 2007. Restauración del paisaje en Hojanca, Costa Rica. CATIE. 51 p. Informe Técnico N° 357
- Sánchez-Azofeifa, G; Harriss, R; Skole, D. 2001. Deforestation in Costa Rica: a quantitative analysis using remote sensing imagery. *Biotropica* 33: 378–384.
- Sánchez-Azofeifa, A; Pfaff, A; Robalino, J; Boomhower, J. 2007. Costa Rica's payment for environmental services program: intention, implementation, and impact. *Conservation Biology* 21: 1165–1173
- Sánchez, O. 2009. El pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), un mecanismo para lograr la adaptación al cambio climático en Costa Rica. CATIE, UNEP, CATHALAC, the Global Mechanism. 223-242 p.
- Schuyt, K. 2005. Payment for Environmental Services and Restoration. 2005. *Forest Restoration in Landscapes*. Springer New York. p. 23. 166-170 p.
- Serrano, M; Campos, J; Villalobos, R; Galloway, G; Herrera, B. 2008. Evaluación y planificación del manejo forestal sostenible a escala de paisaje en Hojanca, Costa Rica. Turrialba, CR. 44 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). Corredor Biológico Chorotega. (En línea). Disponible en <http://www.sinac.go.cr/AC/ACT/Paginas/Programas.aspx>
- Skovmand, A; Friis, J. 2013. Do intermediary institutions promote inclusiveness in PES programs? The case of Costa Rica. *Geoforum* 49: 50-60
- Soares, D; Gutierrez-Montes, I; Romero, R; López, R; Rivas, G; Pinto, G. 2011. Capitales de la comunidad, medios de vida y vulnerabilidad social ante huracanes en la costa yucateca: un acercamiento a través de la experiencia de San Felipe, Yucatán. Turrialba, CR. 74 p.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow. *Environmental issues and options*. FAO. Roma. 493 p.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 70p.
- Vallejo, Á; Gutiérrez, I; Chacón, M; Van Rooij, W; Dávila, M; Arce, J; Villalobos, R. 2006. Biodiversity - Human Well-being linkages for teak farms in Hojanca, Nicoya peninsula, Costa Rica. CATIE, CR. 52 p.
- Vignola, R. 2010. Estudio de la percepción y actitudes de la población costarricense sobre cambio climático. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 64 p.
- Villacis, J; Harvey, C.A; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):17-23.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Ríos, N; Sepúlveda, C. 2009. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 103- 125 p.
- Vingelsgård, S. 2012. Environmental effectiveness, Economic effectiveness and Equity – a case study of payment for environmental services (PES) in Hojanca, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Norwegian University of Life Sciences. 145 p.
- Zbinden, S; Lee, D. 2005. Paying for environmental services: an analysis of participation in Costa Rica's PSA program. *World Development* 33(2):255- 272

## **Artículo II: Balance de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con y sin PSA, península de Nicoya, Costa Rica**

Cárdenas JM<sup>1,\*</sup>, Sepúlveda CJ<sup>1</sup>, Ibrahim M<sup>2</sup>, Tobar D<sup>1</sup>, Villanueva C<sup>1</sup>, Rodríguez E<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CATIE, Costa Rica; <sup>2</sup>IICA, Belice; <sup>3</sup>SINAC, Costa Rica  
(\*Autor para correspondencia: e-mail: jcardenas@catie.ac.cr)

### **Resumen**

El sector de la ganadería contribuye con un 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Costa Rica a través de su programa de carbono neutralidad 2021 realiza acciones para mitigar las emisiones de este sector que representa aproximadamente un 30%. Este estudio se enfoca en evaluar la efectividad del programa de pago por servicios ambientales de FONAFIFO en el balance de emisiones de fincas ganaderas que han sido beneficiarias del PSA comparado con fincas que no participaron en el programa. Se realizó un total de 52 encuestas (grupo PSA=26, grupo sin PSA=26) para obtener la cuantificación de emisiones t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> a través del análisis de ciclo de vida (alcance uno) y los factores de emisión de Costa Rica. Para las remociones de carbono se utilizó las tasas de fijación t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para los usos de suelo encontrados por CATIE en la región Chorortega. El balance se obtuvo al restar el total de emisiones a las remociones. Los resultados muestran que el 96% de las emisiones para los dos grupos de fincas provienen del proceso de fermentación entérica de los rumiantes. Los usos de suelo que mayor aporte realizan a las remociones de GEI corresponden a bosque secundario, plantación forestal y pastura mejorada con árboles. El 100% de fincas que participaron en el programa presentó un balance positivo de GEI mientras que las fincas no participantes solo un 73%. El balance positivo de las fincas no se atribuye exclusivamente al aporte del programa de pago por servicios ambientales. Los aspectos de legislación forestal, bajos precios de la carne en décadas anteriores, cultura ambiental, topografía de la zona, adopción de sistemas silvopastoriles y otras alternativas de ingresos influyen a que fincas ganaderas, con y sin el programa, cuenten con un capital natural que otorgue balances positivos en emisiones de GEI.

***Palabras clave:*** emisiones, remociones, análisis de ciclo de vida

### **Abstract**

The livestock sector contributes 14.5% of the global greenhouse gases (GHG) emissions. Costa Rica through its 2021 carbon neutrality program executes actions to mitigate emissions from this sector that represents 30% approximately. This study focuses on evaluating the effectiveness of the FONAFIFO payment for environmental services program in the balance of GHG emissions from cattle farms that have been beneficiaries of the PES program compare with farms that have not participated in the program. Surveys were applied in 52 cattle farms (PES group=26 and without PES=26) to quantify the emissions of t CO<sub>2</sub>e year<sup>-1</sup> through the

life cycle analysis (scope 1) and to determine the emission factors of Costa Rica. Estimations of carbon removal were conducted using fixation rates ( $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ) for those land uses evaluated by CATIE in the Chorotega region. Emission balances were obtained by subtracting the total emissions to the removals. Results showed that 96% of emissions from both groups of cattle farms are consequence of enteric fermentation processes of the ruminants. Land uses with the greatest removal contribution are secondary forests, forest plantations and improved pastures with trees. All cattle farms under the PES scheme showed a positive balance of GHG emissions while only 73% of the farms not enrolled in the PES scheme showed a positive balance. Positive balances of cattle farms should not exclusively be accounted as an effect of the PES program. Aspects such as forest legislation, lower prices of beef in past decades, environmental culture, topography of the area, and adoption of silvopastoral systems also influences natural capitals within cattle farms under the PES scheme and without the PES scheme promoting positive balances of GHG emissions.

**Key words:** *emissions, removals, life cycle analysis*

## **Introducción**

La ganadería tiene un rol muy importante en la producción de alimentos a nivel mundial. Se considera que es el medio de vida de casi mil millones de personas en el mundo y aporta el 25% de las proteínas de las dietas alimentarias (FAO 2009, Opio et al. 2011). A pesar que el sector contribuye en aspectos sociales y económicos los informes de cambio climático le cobran la factura en aspectos ambientales (Opio et al. 2011, IPCC 2013). Las emisiones en el sector de la ganadería se estiman en 7,1 giga toneladas de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e año}^{-1}$ ). Esto representa cerca del 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano y muestra que este sector juega un papel muy importante en el cambio climático para la implementación de acciones de mitigación (FAO 2013). Una preocupación es que la demanda de carne y leche se ha incrementado y el desafío es como se puede responder a esta demanda y a la vez realizar acciones de mitigación para reducir el efecto de la actividad ganadera al cambio climático.

Las principales fuentes de gases de efecto invernadero en los sistemas de ganadería se derivan del cambio de uso de la tierra, fermentación entérica de los rumiantes, manejo del estiércol (liberación de  $\text{N}_2\text{O}$ ), uso de fertilizantes (liberación de  $\text{N}_2\text{O}$ ) y energía fósil (liberación de  $\text{CO}_2$ ) (FAO 2013). Sin embargo, para los sistemas de ganadería bovina de carne y leche, las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica representan alrededor del 50% del total de emisiones de la producción primaria (Cederberg et al. 2013). Entre las posibles acciones para reducir las emisiones sobresalen los avances en el desarrollo de tecnologías de producción más eficientes y las buenas prácticas de manejo de la actividad (FAO 2013). En Nueva Zelanda la ganadería de producción de leche a través de la combinación de diferentes alternativas de mitigación (mejora en el desempeño productivo del hato, genética, nutrición, uso de fertilizantes) logró un aumento del 15-20% en la producción de leche, y una disminución del 15-20% en las emisiones de GEI, lo que equivale una disminución de 11,7 a 8,2  $\text{kg}/\text{CO}_2\text{e}/\text{kg}$  de grasa más proteína corregida (Beukes et al. 2011).

Si bien, el sector agropecuario se destaca por su contribución de emisiones de GEI, la implementación y combinación de buenas prácticas en el manejo de la ganadería, como por ejemplo los sistemas silvopastoriles (SSP), ofrecen oportunidades para la consolidación de estrategias en mitigación al cambio climático (Villanueva et al. 2009). Este panorama se convierte en insumos para decisores de políticas en el desarrollo de acciones que promuevan prácticas de agricultura climáticamente inteligente. Por lo cual, en el contexto de América Latina, el sector de la ganadería tiene un rol importante, debido al uso de suelo que representa esta actividad productiva. Estudios realizados por Ibrahim et al. (2007) muestran que dependiendo de las condiciones agroecológicas, las pasturas mejoradas y los SSP pueden contribuir en un incremento de fijación de carbono entre 1,5 a 3 t C/ha/año.

Para Costa Rica el sector ganadero contribuye con un aproximado del 30% de las emisiones de GEI (IMN 2009). La compensación de emisiones en este sector es parte del componente estratégico de mitigación en la estrategia nacional de cambio climático para lograr la carbono neutralidad 2021. Este trata de desarrollar mecanismos y crear una cultura que integre los diferentes sectores productivos del país para la obtención de acciones concretas para la reducción de GEI (MINAET 2009). Como mecanismo para lograr este objetivo, en 2013 el Gobierno de Costa Rica hizo el lanzamiento del mercado doméstico voluntario de carbono, con el propósito de comercializar unidades de compensación costarricense (UCC) que son equivalentes a una tonelada de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este mercado contribuye al eje de mitigación donde se incluyen las acciones de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> a través de la reforestación, sistemas agroforestales, regeneración natural y deforestación evitada (MINAE 2013).

La carbono neutralidad de un país se logra mediante la compensación de las emisiones que generan los distintos sectores del país. El Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica ha definido los siguientes sectores: (1) energía; (2) agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; y (3) desechos para la realización de inventarios nacionales de GEI (IMN 2013). Los inventarios de GEI a nivel de empresas o procesos productivos que sean de interés sugieren seguir los lineamientos del IPCC para construir la huella de carbono. La huella de carbono es la cantidad total de GEI asociados a un producto, a lo largo de su cadena de producción y se extiende en algunos casos hasta su vida útil (FAO 2010). Generalmente se expresa en kilogramos o toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e). A nivel internacional la Organización Internacional de Estandarización a través de las normas ISO 10040 y 14044 desarrolló el análisis de ciclo de vida (ACV) como un método para cuantificar impactos ambientales de una actividad productiva (ISO 2006) y con experiencias en el sector de la ganadería (FAO 2010).

El ACV es un método bien establecido para calcular las emisiones de GEI en el ciclo de vida de productos como leche y carne (Cederberg et al. 2013, FAO 2010). Las entradas y salidas del sistema productivo durante la cadena de producción (ciclo de vida) son registradas y es comúnmente llamado inventario de ciclo de vida (Schmidinger y Stehfest 2012). A partir del inventario de emisiones es posible realizar un balance de emisiones a través de las tasas de fijación de CO<sub>2</sub> de los distintos usos y coberturas de suelo que posee el

sistema de producción (CATIE-MAG 2010). Estudios realizados por CATIE con sistemas ganaderos de doble propósito en el pacífico norte de Costa Rica reportaron balances positivos de GEI entre 8,6 y 221 t CO<sub>2</sub> año. El aporte de fincas ganaderas con bosques, árboles en pasturas y la implementación de sistemas silvopastoriles podrían contribuir a obtener balances positivos de emisiones en fincas ganaderas y cambiar la mala imagen del sector de la ganadería (Ibrahim et al. 2013).

A nivel mundial el programa de pago por servicios ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) es considerado exitoso en la recuperación del 53% de la cobertura forestal del país (Pagiola 2008). Este programa reconoce cuatro servicios ambientales: (1) mitigación de gases de efecto invernadero; (2) protección del recurso hídrico (3) belleza escénica; y (4) biodiversidad. Para el 2013 FONAFIFO registró alrededor de 12.528 contratos para 934 274 hectáreas y 4 677 135 árboles aproximadamente en la modalidad de sistemas agroforestales (SAF) (FONAFIFO 2013). La contribución del programa de PSA es estratégico para los alcances del país en convertirse país carbono neutro (MINAE 2013).

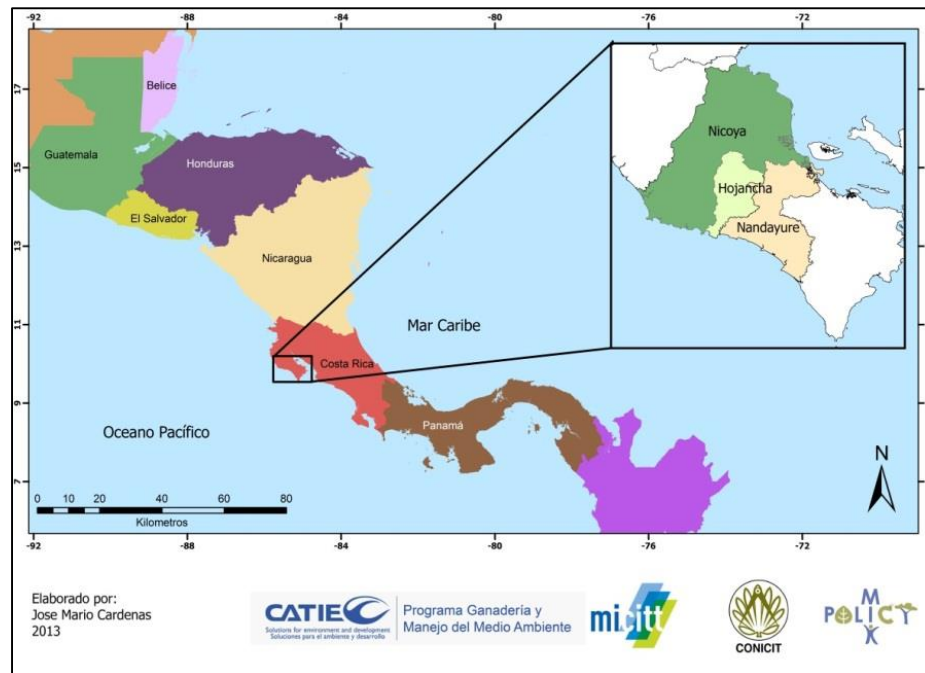
En este contexto, se plantea el presente estudio, con el objetivo de evaluar la efectividad del programa de pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal en el balance de emisiones de fincas ganaderas de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Esta investigación busca encontrar si las fincas con PSA presentan balance de emisiones positivo respecto de las fincas sin PSA y entender que factores podrían dar respuesta para que las fincas ganaderas que reciben PSA presenten balances positivos.

## **Materiales y métodos**

### ***Área de estudio***

El estudio fue realizado en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya en la península de Nicoya, Costa Rica (Figura 1). Esta región es parte del corredor biológico Mesoamericano y se encuentra dentro del Área de Conservación Tempisque. Además, se encuentra enmarcada como zona piloto del proyecto Policymix financiado por la Unión Europea a través del Instituto Noruego para la Investigación de la Naturaleza (NINA); implementado por el programa de ganadería y manejo del medio ambiente (GAMMA) del CATIE. Este proyecto trata de evaluar el papel de los instrumentos político-económicos como mezcla para la conservación y provisión de los servicios ecosistémicos. Policymix pretende contribuir a la consecución de revertir las tendencias de la pérdida de servicios ambientales por el cambio de uso de suelo, a través del uso de instrumentos económicos en combinación con los instrumentos de política.





**Figura 10.** Ubicación de los cantones de Hojanícha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica

El área de estudio presenta una extensión de 2160,7 km<sup>2</sup> con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1018 m.s.n.m. donde habitan aproximadamente 69 143 personas (INEC 2012). Las zonas de vida según Holdridge (1978) que se encuentran corresponden a bosque tropical seco, bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano en las partes altas de la península. La topografía de la zona es ondulada con pendientes fuertes (promedio del 45%) y con planicies en algunos sectores de Nandayure y Nicoya (Serrano et al. 2008). Los suelos se caracterizan por ser de los órdenes inceptisoles y alfisoles en la parte media y alta de la península. Las zonas bajas aledañas al río tempisque y el golfo de Nicoya presentan características de orden vertisoles (Bertsh 1995). El clima presenta una época seca de diciembre a mayo y una época lluviosa desde junio a noviembre. La precipitación media anual oscila entre los 1900 y 2300 mm, con una temperatura entre los 33°C y 22°C (IMN 2008).

Las actividades económicas que sobresalen son la ganadería, agricultura, forestal, pesca, apicultura, turismo y la prestación de servicios. Históricamente esta zona se caracterizó por un fuerte proceso de deforestación (1930- 1970) que condujo a que se deforestará más del 80% de la cobertura forestal. Este proceso de deforestación fue originado por el establecimiento de sistemas de ganadería extensiva y agricultura de granos básicos que provocó una fuerte degradación ambiental, pérdida de biodiversidad, disminución de las fuentes de agua y un mal manejo en la conservación de los suelos (Arroyo et al. 2005, Salazar et al. 2007, Serrano et al. 2008, Calvo-Alvarado et al. 2009, Griscom y Ashton 2011).

## ***Selección de la muestra***

Se realizó un total de 52 encuestas a productores ganaderos seleccionados al azar en los cantones de Hojancha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica. Se identificó una población de 42 fincas ganaderas (lista de cámara de ganaderos) que han sido beneficiarias del programa de PSA del FONAFIFO en las modalidades de SAF, protección de bosque y plantación forestal desde el año 2003 (inicio de la modalidad de SAF) hasta el 2012. Posteriormente se seleccionó una muestra al azar de 26 fincas participantes del PSA y 26 fincas al azar como grupo control proveniente de la lista de cámara de ganaderos. Una vez identificados los ganaderos se trabajó con los consejos sectoriales de los tres cantones (grupos focales) conformados por actores institucionales y organizacionales (Aigner 2010).

## ***Instrumento de recolección de información***

La obtención de los datos se realizó a través de una encuesta semiestructurada a los ganaderos con el enfoque de los capitales de la comunidad (Flora et al. 2013). La encuesta incluyó los temas de entradas y salidas de la finca que controlaba el ganadero para obtener la cuantificación de emisiones de GEI del sistema productivo para un alcance uno<sup>3</sup> (Cuadro 3). Con la información de las encuestas se elaboraron las bases de datos para obtener las emisiones de GEI expresadas en toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e). Esta sección también indaga los sistemas de producción existentes en las fincas con y sin PSA. Además, el inventario de animales por categorías para cada finca, y el manejo de la alimentación y suplementación que utilizan. Para obtener las estimaciones de las remociones de t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> se consultó y constato el área total y los usos de suelo de las fincas como insumos para el cálculo de la estimación carbono para el balance de emisiones.

**Cuadro 3.** Variables para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero y remociones en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica

<b>Sector</b>	<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>
<i>Energía</i>	<i>Diésel</i>	<i>Litros/año</i>
	<i>Gasolina</i>	<i>Litros/año</i>
	<i>Electricidad</i>	<i>kWt/año</i>
	<i>Biogás</i>	<i>Kg/año</i>
<i>Pasturas y forrajes</i>	<i>Fertilizantes nitrogenados</i>	<i>Kg N/año</i>

<sup>3</sup> Alcance uno del análisis de ciclo de vida: corresponde a las emisiones de GEI que se generan en el sistema de producción y que el productor puede controlar o tomar las decisiones con respecto al manejo de la finca, entradas y salidas. Esto incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del transporte de insumos, uso de combustibles fósiles para el funcionamiento de maquinarias dentro de la finca, uso de combustibles fósiles para el funcionamiento de bombas de riego, emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de la aplicación de fertilizantes nitrogenados a pasturas y forrajes, emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O provenientes de la fermentación entérica, manejo de los residuos sólidos y líquidos (FAO 2010, Guerra 2013).

<b>Sector</b>	<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>
<i>Animal y desechos</i>	<i>Nº bueyes</i>	<i>Nº de animales/año</i>
	<i>Nº caballos</i>	
	<i>Nº machos en crecimiento</i>	
	<i>Nº hembras en crecimiento</i>	
	<i>Nº terneros</i>	
	<i>Nº terneras</i>	
	<i>Nº toros</i>	
<i>Remociones</i>	<i>Nº vacas adultas</i>	
	<i>Bosque secundario</i>	<i>Número de hectáreas</i>
	<i>Pastura mejorada con árboles</i>	
	<i>Plantación forestal</i>	
	<i>Banco forrajero</i>	
<i>Pastura natural con árboles</i>		

### ***Emisiones de GEI***

La estimación de las emisiones partió de una caracterización de los grupos de fincas ganaderas con y sin PSA, para entender el contexto productivo de la muestra de análisis. Se incluyó el acceso a la unidad productiva, servicios de electricidad, superficie y maquinaria, carga animal, forrajes, uso de combustibles en la finca, categoría de animales en la finca y modalidad de explotación. Se asumió el supuesto que la cantidad del hato no varía durante el año. Para este trabajo las emisiones no se estimaron hasta el producto final, los datos obtenidos se evaluaron como total de emisiones que produce la unidad productiva para efectos del balance de GEI a nivel de finca. Se utilizó los factores de emisión (Cuadro 4) avalados por el gobierno de Costa Rica para los inventarios nacionales de GEI del programa de cambio climático (IMN 2013).

Estos factores de emisión indican el valor de contaminación expresado en kg de CO<sub>2</sub>e para el sector energía, industria, agricultura y desechos. El sector de agricultura incluye la ganadería clasificados en sistemas de producción (leche, carne, doble propósito) y por categoría de animales. La obtención de estos factores en sistemas ganaderos proviene inicialmente de estudios realizados por Montenegro y Abarca (2001), donde se realizó un modelo que calculó para cada estado fisiológico y por sistema de producción la emisión de metano. Estos factores surgieron de modelos matemáticos ajustados a las condiciones tropicales donde se estimó la emisión de metano por fermentación entérica en bovinos, consumo de alimento, calidad de los principales forrajes de Costa Rica e información de estimaciones de la población animal. Estas emisiones estuvieron en función del consumo de alimento, calidad de la dieta, peso vivo, ganancia de peso, producción de leche, estado de crecimiento y la población de cada categoría animal en el país. A través de los años se ha ajustado con respecto a la evolución del hato nacional.

**Cuadro 4.** Factores de emisión de Costa Rica utilizados para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica

<i>Categoría</i>	<i>Cantidad por sistema de producción</i>			
	<i>Kg CH<sub>4</sub>/animal/año</i>			
	<i>Carne</i>	<i>Leche</i>	<i>Doble propósito</i>	<i>Otros</i>
<i>Terneros (as)</i>	19,48	20	16,81	
<i>Hembras en crecimiento</i>	63,61	48,69	41,91	
<i>Machos en crecimiento</i>	66,25		70,16	
<i>Hembras adultas</i>	85,80	85	85,67	
<i>Machos adultos</i>	111,70	111,10	111,70	
<i>Caballos (kg CH<sub>4</sub>/animal/año)</i>				18
<b><i>Otras fuentes de emisión</i></b>				
<i>Manejo de estiércol</i>	1	1	1	
<i>Biodigestores</i> <i>(kg CH<sub>4</sub>/kg desechos sólidos)</i>				0,002
<i>Electricidad año 2012</i> <i>(kg CO<sub>2</sub>e/kWh)</i>				0,0771
<i>Diesel</i> <i>(kgCO<sub>2</sub>/litro combustible)</i>				2,69
<i>Gasolina</i> <i>(kgCO<sub>2</sub>/litro combustible)</i>				2,26
<i>Pasto Cynodon dactylon</i> <i>(kg N<sub>2</sub>O/ha/año)</i>				4,94
<i>Pasto Hypharrenia rufa</i> <i>(kg N<sub>2</sub>O/ha/año)</i>				5,33

**Fuente:** Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica 2013

Este estudio tomo en consideración los sistemas de carne y doble propósito que corresponden a los sistemas de producción encontrados. Se incluyó las emisiones provenientes de la fermentación entérica de los animales, manejo de las excretas, uso de fertilizantes nitrogenados, combustibles y electricidad. Todas las emisiones fueron expresadas en t CO<sub>2</sub>-e/año como unidad utilizada en los inventarios de GEI (IPCC 2007). Los niveles de potencial de calentamiento (horizonte 100 años) corresponden a los reportados por el informe del Instituto Meteorológico Nacional que fueron CO<sub>2</sub>=1, CH<sub>4</sub>=21 y N<sub>2</sub>O= 310 (IMN 2013).

## **Remociones de carbono**

Las remociones de carbono corresponden a las tasas de fijación expresadas en  $tCO_2 \text{ año}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  para los usos de suelo de interés. Esto permite obtener los totales de carbono de la unidad productiva que pueden compensar las emisiones producidas. Para obtener las remociones de carbono en fincas ganaderas se utilizó la estimación de las tasas de fijación  $t CO_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  encontradas por CATIE-MAG (2010) en la región Chorotega, Costa Rica (Cuadro 5). Este estudio consideró biomasa arriba del suelo con el uso de ecuaciones alométricas (Ferreira 2001, Ruíz 2002, Pérez y Kanninen 2003).

**Cuadro 5.** Tasas de fijación ( $t CO_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) utilizados para la cuantificación de remociones en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica

<i>Uso de suelo</i>	<i>Tasa de fijación (<math>t CO_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}</math>)</i>
<i>Bosque secundario</i>	<i>3,89</i>
<i>Plantación forestal</i>	<i>3,21</i>
<i>Pastura mejorada con árboles</i>	<i>0,91</i>
<i>Banco forrajero leñosas</i>	<i>1,37</i>
<i>Banco forrajero gramíneas</i>	<i>4,64</i>

**Fuente:** CATIE 2010

Para carbono orgánico en el suelo tomó en cuenta los usos de suelo dominantes en la muestra de estudio que corresponden a bosque secundario, plantación forestal, pastura mejorada con árboles y pastura mejorada sin árboles. Los datos de caracterización arbórea provienen del establecimiento de parcelas de medición de  $1000 \text{ m}^2$ , donde se midió árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm. Para la medición de carbono orgánico en el suelo se estableció calicatas ( $0,30 \text{ m}^3$ ) con tres repeticiones (separadas por 50m) en cada parcela. En las calicatas se obtuvieron muestras suelo para análisis de densidad aparente (Forsythe 1975) y carbono orgánico (Walkley y Black 1934). A partir de estos datos y revisión bibliográfica se realizó una simulación con el software  $CO_2\text{fix}$  (CATIE-MAG 2010).

## ***Balance de gases efecto invernadero***

Los balances de GEI corresponden al análisis del estado de emisiones de un sistema productivo. Los resultados pueden ser negativos en el caso de que las emisiones sean mayor a las remociones, neutro para el caso de que las emisiones y remociones sean iguales, y positivo cuando las remociones son mayores a las emisiones. Los balances de GEI se realizaron a partir de las emisiones obtenidas del ACV de las fincas ganaderas con y sin PSA y las tasas de remoción de carbono para los usos de suelo predominantes (CATIE-MAG 2010, Ibrahim et al. 2013). El balance de gases se obtuvo con el uso de la siguiente formula:

$$\text{Balance de GEI} = \sum \text{ReCO}_2\text{-e (j)} - \sum \text{GEI (i)}$$

Dónde:

$\text{ReCO}_2\text{-e (j)}$ = remociones totales de t  $\text{CO}_2\text{-e}$  por uso de la tierra;  $\text{GEI (i)}$ = emisiones totales de t  $\text{CO}_2\text{-e}$  de la finca;  $(j)$ = uso de la tierra perteneciente a la finca;  $(i)$ = actividad o proceso de genera las emisiones.

## ***Análisis de datos***

Los datos obtenidos fueron sistematizados y analizados en el software estadístico *InfoStat* 2013 (Di Rienzo et al. 2013). Se realizó un análisis de varianza para identificar diferencias entre los grupos con y sin PSA con respecto a las emisiones de GEI, remociones de  $\text{CO}_2\text{-e}$  y el resultado del balance. Además, se comparó la cantidad de remociones con análisis de varianza para los grupos de fincas con y si PSA respecto a la topografía.

## **Resultados**

### ***Emisiones de GEI***

La caracterización de las fincas ganaderas (Cuadro 6) mostró diferencias en la distribución de los sistemas de producción para los grupos con y sin PSA. Se encontró que fincas con PSA tienen más afinidad a los sistemas de producción de carne (desarrollo 67% y cría 22%) y en menor porcentaje los sistemas de doble propósito (11%). En contraste, fincas sin PSA tuvieron una orientación con los sistemas de producción doble propósito (36%) y carne (cría 40% y desarrollo 24%). El uso de energía en las fincas corresponde mayormente a electricidad y combustibles fósiles (diésel y gasolina) para el uso de maquinaria y transporte. Con respecto al uso de fertilizantes nitrogenados, los ganaderos informaron que no aplican fertilizantes a las pasturas y con respecto a la fertilización de los bancos forrajeros lo realizan en algunas ocasiones con las excretas de los animales.

**Cuadro 6.** Caracterización de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) para el escenario de cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero de Hojancha, Nandayure y Nicoya, península de Nicoya, Costa Rica

<b>Característica</b>	<b>Fincas con PSA (n=26)</b>	<b>Fincas sin PSA (n=26)</b>
Acceso a la finca	89% carretera destapada 11% carretera asfaltada	84% carretera destapada 16% carretera asfaltada
Transporte de insumos	64% vehículo propio 36% contrata transporte	54% vehículo propio 23% contrata transporte
Servicio de electricidad	92%	100%
Maquinaria y vehículos	81% utiliza algún tipo de maquinaria	72% utiliza algún tipo de maquinaria
Uso de combustibles	100% utiliza algún tipo de combustible	100% utiliza algún tipo de combustible
Alimentación (%) Época seca	Pastura mejorada 37 Pastura natural 3 Banco forrajero 32 Subproductos 28 Concentrados 1 *Minerales	Pastura mejorada 26 Pastura natural 8 Banco forrajero 22 Subproductos 42 Concentrados 4 *Minerales
	Pastura mejorada 70 Pastura natural 12 Banco forrajero 5 Subproductos 11 Concentrados 2 *Minerales	Pastura mejorada 49 Pastura natural 19 Banco forrajero 0 Subproductos 22 Concentrados 10 *Minerales
Carga animal**	1,50 ± 0,17	1,80 ± 0,17
Sistemas de producción (%)	Doble propósito 11 Carne desarrollo 67 Carne cría 22	Doble propósito 36 Carne desarrollo 24 Carne cría 40

**Número total y porcentaje de animales por categorías**

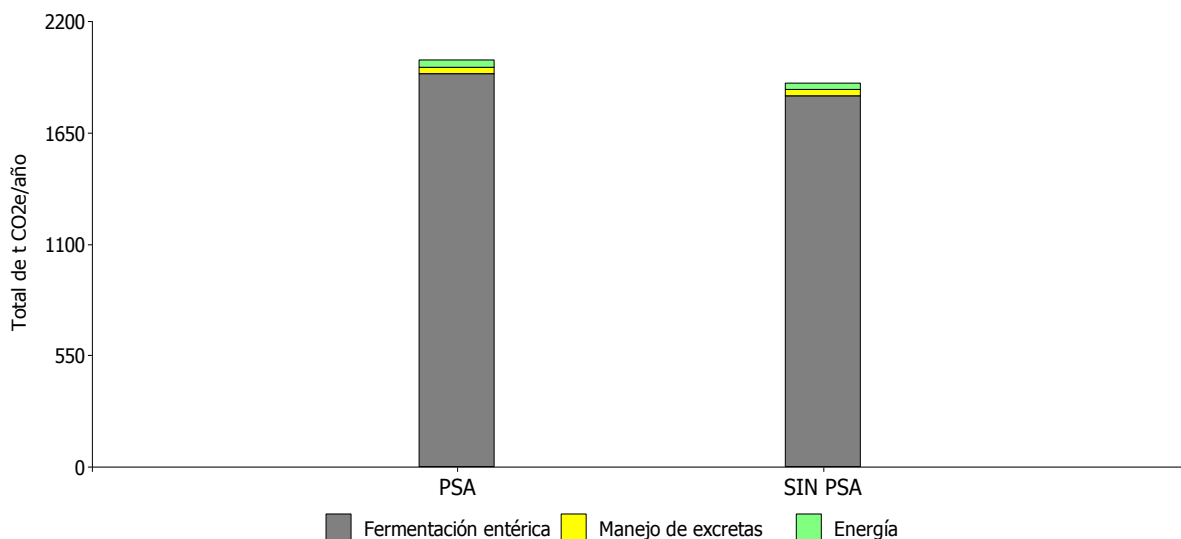
Categoría:	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
- Bueyes	4	0,29	0	0
- Caballos	22	1,59	21	1,58
- Machos en crecimiento	706	51,09	183	13,78
- Hembras en crecimiento	141	10,20	250	18,83
- Terneras	107	7,74	166	12,50
- Terneros	123	8,90	165	12,42
- Toros	12	0,87	33	2,48
- Vacas adultas	267	19,32	510	38,40
<b>Total</b>	<b>1382</b>	<b>100</b>	<b>1328</b>	<b>100</b>

\*Minerales se ofrecen a libre consumo,

\*\*La carga animal esta expresada en UA/ha. UA: unidad animal=400 kg

En términos productivos las fincas ganaderas no presentan diferencias significativas con respecto a la carga animal que poseen los grupos con y sin PSA, esto a pesar que la carga animal es menor para las fincas con PSA. Por otro lado, el efecto de las dietas para la estimación de emisiones en las fincas ganaderas no presenta un efecto directo en el cálculo de emisiones con el uso de los factores de emisión avalados por Costa Rica. Esto se convierte en una limitante debido a que los factores de emisión no consideran la información del sistema ganadero en el efecto de la alimentación para cada finca, ni la estacionalidad por estación climática (seca o lluviosa) para ninguna región del país.

Se registró un total de 2007,53 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> para el grupo con PSA y 1982,84 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> para las fincas sin PSA (Figura 11). Estas emisiones se distribuyen en un área total 1752,5 ha para el grupo con PSA y en 712,8 ha para el grupo sin PSA. Estas diferencias en áreas para los grupos con y sin PSA ocasionó estandarizar las emisiones en relación a t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> /ha y t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> /UA. La relación emisiones por área total muestra valores para el grupo con PSA de 1,01 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 2,78 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el grupo sin PSA. Por otro lado, las emisiones por unidad animal (UA) se registraron en 2,01 t CO<sub>2</sub>e/UA para el grupo con PSA y 2,04 t CO<sub>2</sub>e/UA para el grupo sin PSA. Los promedios de emisiones por unidad productiva se contabilizó en 74,35 ± 8,42 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> para un área promedio de finca de 64,91±9,25 ha en las fincas con PSA. Mientras que en fincas sin PSA se registró en 75,71 ± 11,92 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> para un área promedio de 28,51±3,08 ha.

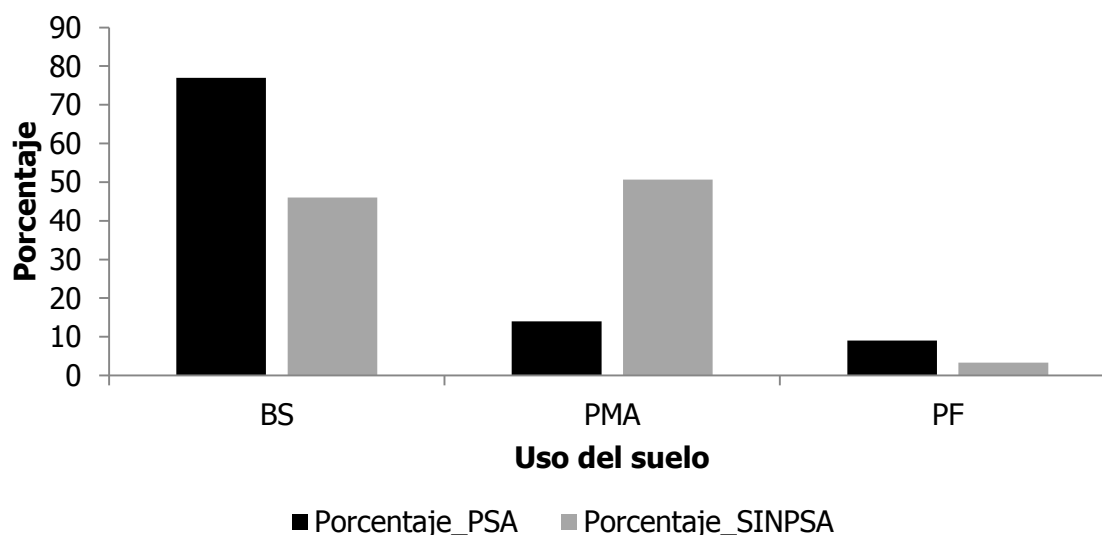


**Figura 11.** Total de toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup>) provenientes de fermentación entérica (FE), manejo del estiércol (ME) y consumo de energía (fósil y eléctrica) en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales (PSA) de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Fincas PSA (n=26), Fincas SIN PSA (n=26)



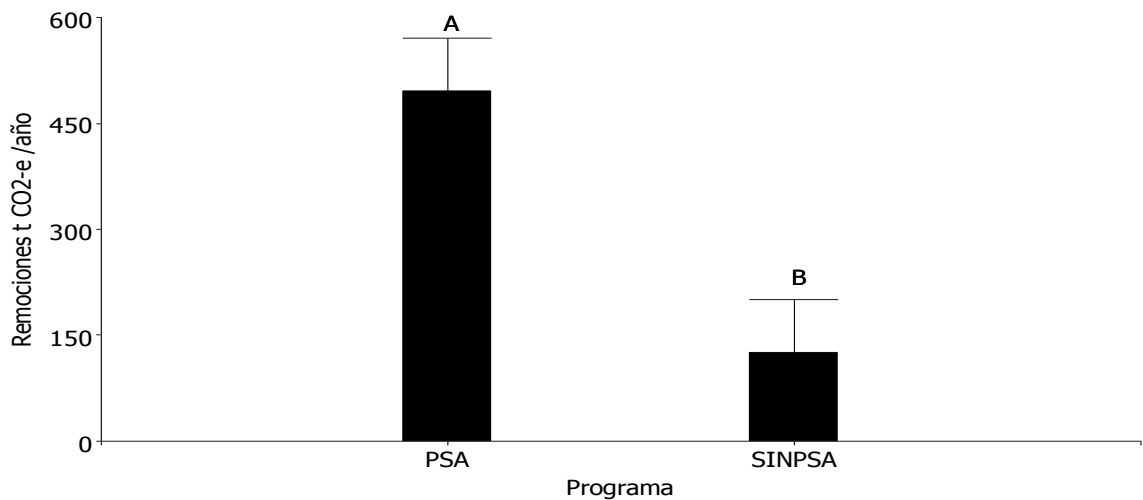
## Remociones de carbono

Los usos de suelo predominantes para obtener las remociones de carbono correspondieron a bosque secundario, plantación forestal y pasturas mejoradas con árboles (Figura 13). Las tasas de fijación reportadas por CATIE (2010) en la región Chorotega corresponden a 3,34 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para pastura mejorada con árboles, 11,78 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para plantación forestal, y 14,27 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para bosque secundario. Se encontró que las fincas con PSA presentan mayor porcentaje de bosque secundario (33%) y plantación forestal (8%) en relación a las fincas sin PSA. Mientras que el grupo de fincas ganaderas sin PSA presentó mayor área de pasto mejorado con árboles (64%).



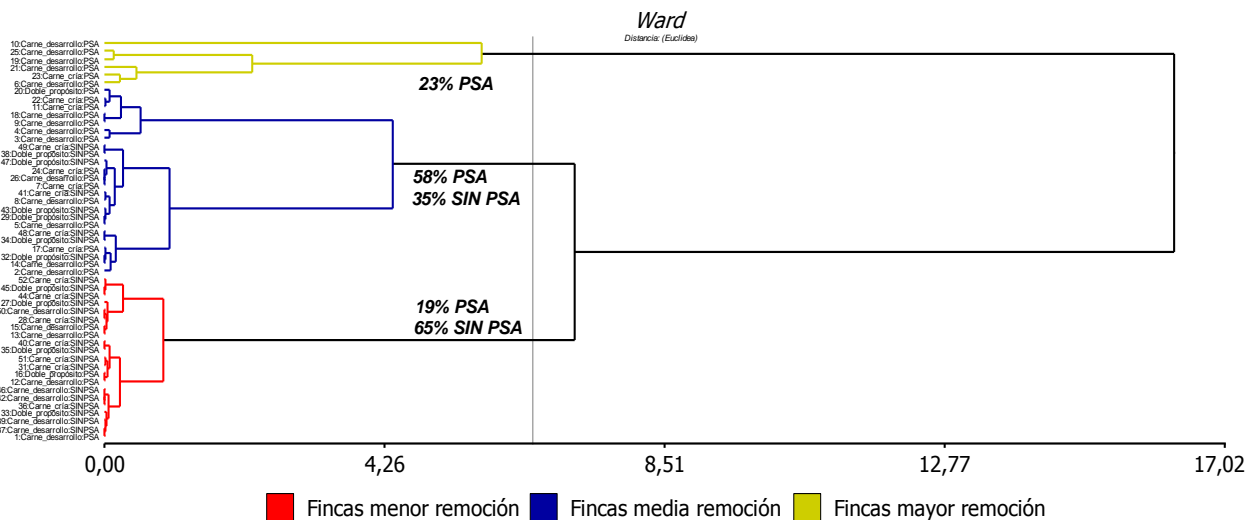
**Figura 12.** Distribución porcentual de las remociones de emisiones para los usos de la tierra de bosque secundario (BS), pastura mejorada con árboles (PMA) y plantación forestal (PF) en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales de Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica

El grupo de fincas con PSA presentó una media por finca de 479,04 ± 75,18 t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup>, mientras que las fincas sin PSA 128,35 ± 78,12 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup> (Figura 14). La distribución de aportes por cada uso de suelo para las remociones de carbono para fincas con PSA corresponde a un 77% de bosque secundario, 9% plantación forestal, 13,2% pasto mejorado con árboles y 0,68% pasto mejorado sin árboles. Para el grupo sin PSA los aportes para la remoción de carbono provienen de un 46% del bosque secundario, 45,24% pasto mejorado con árboles, 5,44% pasto mejorado sin árboles y 3,32% de plantación forestal. El análisis de varianzas para las remociones de carbono encontró que existen diferencias significativas (p-value= 0,0022) para los grupos de fincas con y sin PSA, y una correlación positiva (0,8863) entre la variable remoción de carbono y área de la finca. Además, los análisis de las remociones para las fincas ganaderas con PSA y sin PSA para cada cantón no presentaron diferencias significativas.



**Figura 13.** Remociones de carbono tCO<sub>2</sub>-e/año en fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas entre los dos grupos

Por otro lado, el análisis de conglomerados (Figura 14) identificó tres tipologías de fincas con respecto a la capacidad de remoción (menor, media y mayor) de emisiones de GEI. Para las fincas con menor remoción sobresalió que el 65% de fincas ganaderas sin PSA se encuentra en este grupo y solo un 19% con PSA. Para las fincas de media remoción se encontró un 50% de las fincas con PSA y un 35% de fincas sin PSA. Estos dos tipos se caracterizan por la presencia de los sistemas de producción de carne (cría y desarrollo) y doble propósito. Por último, para las fincas con mayor remoción correspondió al 23% con PSA y no se presentó ninguna finca sin PSA. Estas fincas se dedican a los sistemas de producción de carne.

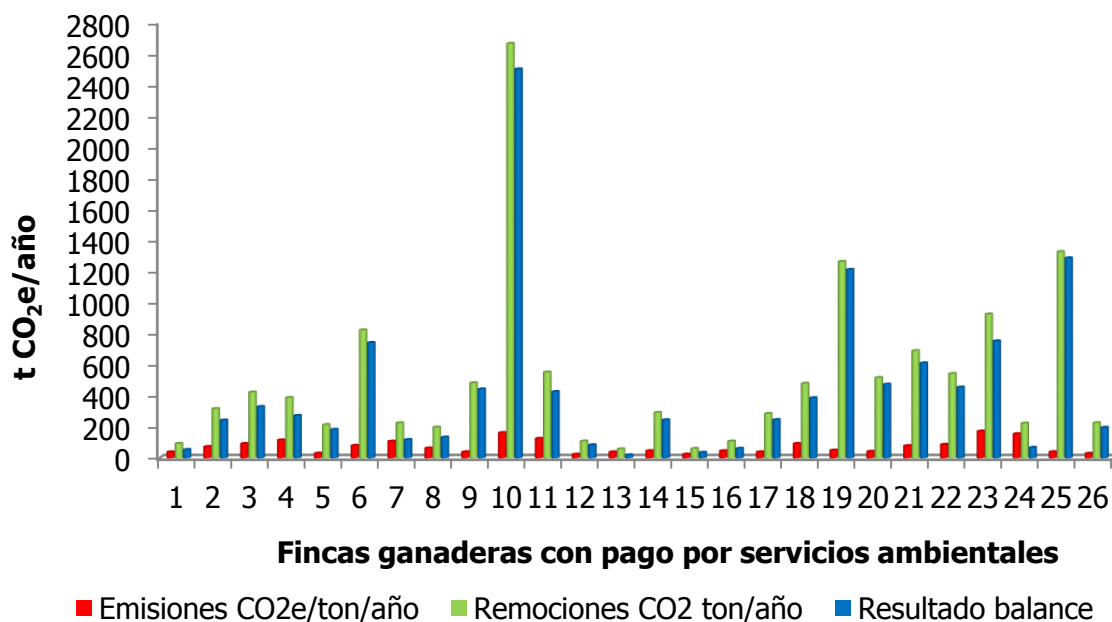


**Figura 14.** Análisis de conglomerados (p-value: <0,0001) para la variable remociones de carbono (t CO<sub>2</sub>e/año) en función del sistema de producción y la pertenencia al programa de pago por servicios ambientales en fincas ganaderas de la península de Nicoya, Costa Rica

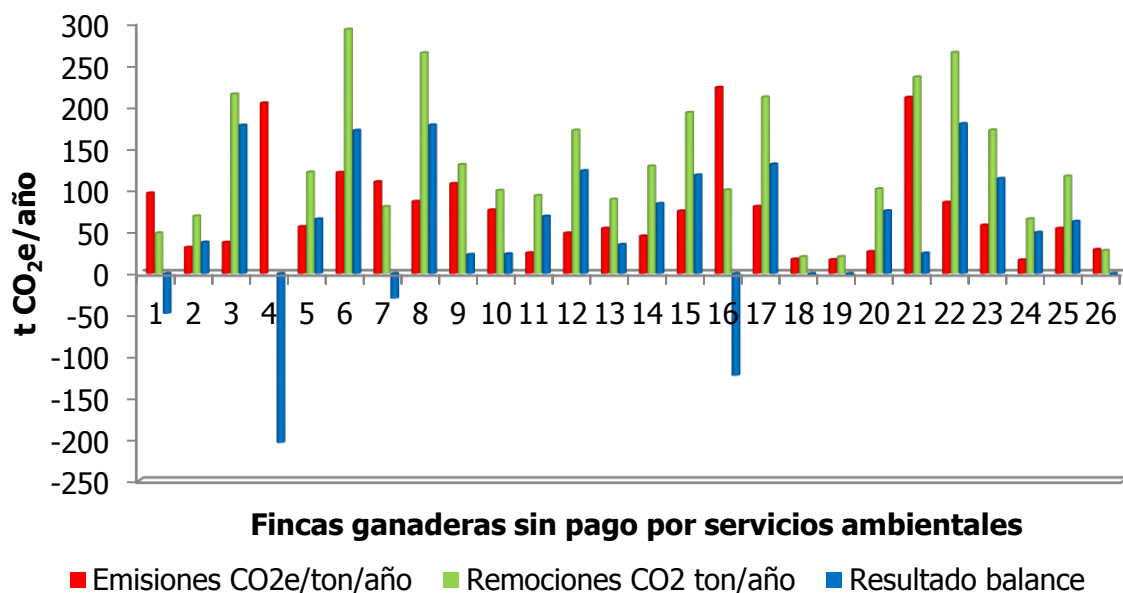
### ***Balance de gases de efecto invernadero***

Para este estudio se consideraron supuestos, debido a la temporalidad de los usos de suelo que puedan recibir por el manejo productivo. Los supuestos que se tomaron en cuenta son los siguientes: (1) composición del hato no varía dentro del año; (2) demanda de insumos no varía significativamente; (3) el uso de suelo pasturas mejoradas con árboles se asume que cuenta con un manejo adecuado (pastoreo rotacional, buena cobertura) y la presencia de árboles se mantendrá por un período de 20 años; (4) las tasas de fijación se relacionan a las condiciones de la península de Nicoya y (5) los demás usos de suelo como banco forrajero, pastura natural con y sin árboles no se incluyeron debido a la incertidumbre sobre el buen manejo de las pasturas y el manejo intensivo de corta que recibe el banco forrajero.

Se encontró que el 100% de las fincas con PSA (Figura 16) y el 73% sin PSA (Figura 17) presentaron un balance positivo de emisiones de GEI en sus fincas. El balance neto para fincas ganaderas con PSA se favoreció por la tenencia de áreas de bosque secundario, plantaciones forestales y pasto mejorado con árboles. Para las fincas sin PSA contribuyó la presencia de bosque secundario y pasto mejorado con árboles. El 27% de fincas sin PSA con balance negativo presentó rangos de emisiones entre los -1,21 y -122,62 t CO<sub>2</sub>-e año<sup>-1</sup>. Además, los resultados del balance mostró diferencias significativas (p-value= 0.0249) entre el grupo con y sin PSA. Por lo tanto, fincas ganaderas con PSA presentaron medias positivas mayores de 422,09 ± 101,97 t CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> en comparación con fincas sin PSA que obtuvieron 48,77 ± 15,40 t CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>.

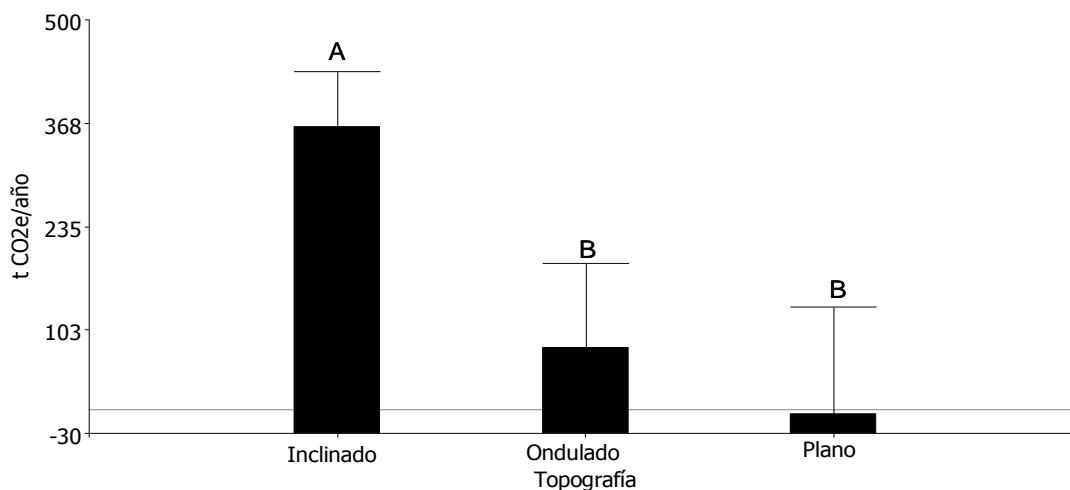


**Figura 15.** Balance de gases de efecto invernadero para fincas ganaderas con pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica



**Figura 16.** Balance de gases de efecto invernadero para fincas ganaderas sin pago por servicios ambientales de la península de Nicoya, Costa Rica

Por otro lado, el análisis de correlación a través de tablas de contingencia encontró una correlación significativa (Chi Cuadrado MV-G2,  $p: 0,0173$ ) para las variables topografía y resultado del balance. A partir de este análisis se procedió a realizar análisis de varianza. Los resultados en este estudio evidencian que las fincas ganaderas con pendiente alta se vieron favorecidas al obtener balances positivos de emisiones (Figura 17).



**Figura 17.** Análisis de comparación de medias entre el superavitario de t CO2 año-1 con respecto a la condición de la pendiente alta ( $\geq 60\%$ ), media (entre 30y 60%) y baja (de 0 a 30%) ( $p$ -value: 0,0201) para el total de fincas ganaderas con y sin pago por servicios ambientales en Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Letras diferentes en las barras indican diferencias significativas y las líneas el error estándar

Se evidencia que las fincas no participantes que presentaron un balance negativo de emisiones tienden a estar en áreas de menor pendiente, lo cual les brinda un mayor costo de oportunidad para el desarrollo de la ganadería u otras actividades productivas. El análisis de varianza encontró diferencias significativas ( $p$ -value: 0.0201) y junto con el análisis de comparación de medias evidenció que el superávit de  $t\ CO_2\ año^{-1}$  fue mayor para fincas ganaderas con pendiente alta ( $363 \pm 69,98\ t\ CO_2\ año^{-1}$ ).

## **Discusión**

Las emisiones de metano provenientes del proceso de fermentación entérica (FE) suceden de manera natural en los animales rumiantes como parte de su proceso digestivo (Cederberg et al. 2013). Por lo cual, la composición y digestibilidad de la alimentación en animales rumiantes ha demostrado que influye directamente en la producción de metano, y por ende en las emisiones de las excretas de nitrógeno y materia orgánica (Dourmad et al. 2008). Los alimentos de baja digestibilidad ocasionan un aumento de metano. La cantidad de emisiones por FE comprenden el mayor porcentaje con valores entre el 70 y 80% de las emisiones totales (Gerber et al. 2013). Los estudios realizados en Guanacaste por CATIE (2010) encontraron que las emisiones provenientes de la FE corresponden a un 87%. Por otro lado, Hassan (2011) en fincas ganaderas de Panamá encontró que las emisiones de FE correspondían a un rango del 96 y 98% de las emisiones totales. Si bien, estos resultados evidencian que las emisiones de FE son el componente más importante, se debe tener en cuenta el proceso metodológico empleado, y las diferencias que presentan las emisiones para época seca y lluviosa según el manejo productivo.

Estudios realizados para la cuantificación de emisiones en Costa Rica evidencian que las emisiones de FE están influidas por el manejo alimenticio y la época climática del año (Guerra 2007, CATIE 2010, Hassan 2011). Por lo cual las emisiones tienden a ser mayores en época seca que en época lluviosa. Esto se relaciona a que la calidad del forraje posee una menor digestibilidad y calidad de materia seca en época seca (Villanueva et al. 2009). Además, limita el uso de los factores de emisión de Costa Rica, por la incertidumbre de sobreestimar o subestimar en la cuantificación. Por lo tanto, es importante destacar que el contraste de calidad de alimento entre época seca y lluviosa, es un punto crítico a mejorar para la reducción de emisiones por FE y la consecución de balances positivos o neutrales, acompañado de prácticas que aumenten el capital natural del sistema productivo.

Para las fincas en estudio con y sin PSA la tenencia de áreas de bosque secundario corresponde al uso de suelo que más acumuló carbono para las remociones. De igual manera lo reportan estudios realizados por CATIE y el proyecto GEF/Silvopastoril en la región Chorotega y Esparza, donde se obtuvieron valores de  $180\ t\ C\ ha^{-1}$  y  $297,6 \pm 72,6\ t\ C\ ha^{-1}$  (Ibrahim et al. 2007, CATIE 2010). Los resultados de este estudio concuerdan para el grupo de fincas con PSA donde el mayor aporte para las remociones corresponde al bosque secundario (Figura 12). Según Smith et al. (2007) la presencia de bosques en sistemas ganaderos presenta un gran potencial para la mitigación al cambio climático a través del aumento en las tasas de carbono secuestrado. Para el IPCC (2007) el 80% de las emisiones

del sector ganadería pueden ser compensadas con la adopción de sistemas silvopastoriles y tecnologías de alimentación (Kasterine y Vanzetti 2010).

Los estudios realizados para obtención de balance de emisiones en 2010 para Guanacaste mostró fincas con valores positivos en promedio de 97 t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> en sistemas doble propósito. Para sistemas de producción de carne y lechería intensiva los resultados oscilaron entre los -85.3 y -111.7 t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> (CATIE 2010). En fincas doble propósito en Panamá Hassan (2011) obtuvo valores entre 2.79 y -5.27 t CO<sub>2</sub>e año<sup>-1</sup> para fincas con manejo tradicional y manejo mejorado. Estos balances están vinculados a la presencia o ausencia de usos de suelo que favorecen la remoción de emisiones. Los resultados encontrados para los grupos con y sin PSA en Hojanča, Nandayure y Nicoya de igual forma se vieron influenciados por los usos de suelo presentes en las fincas y no así por las emisiones donde no existieron diferencias significativas.

En términos de entender la contribución del PSA para los resultados obtenidos, la variable pendiente evidenció un aporte para la existencia de mayor cantidad de remociones de carbono (Figura 15). Distintos estudios concuerdan que la pendiente es un factor determinante en la península de Nicoya para la adopción del PSA. Estudios realizados por Vingelsgård (2012) concuerdan en que las áreas con PSA en la península de Nicoya se ven afectadas por la pendiente limitando su costo de oportunidad para otra actividad productiva, lo cual repercute en un mayor capital natural para las fincas. Para Sanchez-Azofeifa et al. (2007) la variable pendiente se asocia negativamente con la deforestación o cambio de uso de suelo en Guanacaste, repercutiendo positivamente con las áreas boscosas. Por estas razones, los propietarios con condiciones marginales de tierras y terrenos con pendientes inclinadas presentan una relación positiva para participar en el PSA y utilizar las áreas de menor pendiente para el desarrollo de la ganadería (Zbinden y Lee 2005). Esto puede ser considerado un factor de importancia en zonas de alta prioridad para adopción de PSA.

Un análisis más integral de la existencia del capital natural para fincas con PSA en la península de Nicoya responde a diversos factores, muchos de los cuales no estarían relacionados a la política de PSA. Salazar et al. (2007) documentó el proceso de restauración forestal en la zona de Hojanča, donde resaltó el proceso de deforestación para el establecimiento de sistemas de ganadería extensiva y agricultura de granos básicos en 1970, que condujo a la reducción del 80% de cobertura forestal en la zona. Su análisis evidenció que el proceso de restauración de la cobertura forestal comprendió acciones de reemplazo al establecer áreas de plantación forestal en sitios degradados, rehabilitación a través de la adopción de sistemas agroforestales y silvopastoriles y de restauración de áreas abandonadas para la regeneración natural. Además, indica que el cambio de uso de suelo responde a tendencias de políticas y mercados nacionales e internacionales. Para Calvo-Alvarado et al. (2009) y Robalino et al. (2008) consideran que el PSA no ha contribuido a aumentar los bosques en Guanacaste, ni la reducción de la deforestación. Por lo cual, se podría asumir que la carbono neutralidad en las fincas evaluadas no se atribuye directamente al efecto de adopción del PSA.

En la actualidad, el país dirige esfuerzos para la meta carbono neutralidad en 2021. Las tendencias de políticas sugeridas por Salazar et al. (2007) orientan un reflejo de los esfuerzos desde la década de los 70 con la creación de incentivos forestales, ley forestal, programa de PSA y recientemente en 2013 el lanzamiento del mercado voluntario doméstico de carbono (Sánchez 2009, MINAE 2013). Esta combinación de políticas para la generación de servicios ambientales hacen de Costa Rica objeto de análisis por considerarse pionero en el tema de PSA a nivel mundial (Pagiola 2008, Robalino et al. 2008).

## **Conclusiones**

El balance de emisiones resultó positivo para la muestra de fincas ganaderas con PSA y para un 73% sin PSA. Los usos de suelo bosque secundario, pastura mejorada con árboles y plantaciones forestales favorecieron la obtención de balances positivos de emisiones. Existe una relación positiva entre área de la finca y capacidad de remoción de emisiones en las fincas de estudio. La estrategia para reducir emisiones se debe enfocar en el proceso de fermentación entérica, debido a que es la principal fuente de emisiones en las fincas evaluadas con y sin PSA. Existe la limitante de no considerar el manejo alimenticio, ni las estacionalidad climática con el uso de los factores de emisión de Costa Rica, lo cual genera incertidumbre en la cuantificación de emisiones. La fijación y almacenamiento de carbono a través de bosques secundarios, plantaciones forestales y sistemas silvopastoriles es un mecanismo de gran contribución en la reducción de las emisiones del sector ganadería. La topografía de alta pendiente en las fincas, influyó positivamente en la obtención de balances positivos. Por lo tanto, fincas con pendiente alta presentan mayor porcentaje en áreas de bosques, lo cual, incentiva la adopción del PSA por el bajo costo de oportunidad que poseen.

## **Recomendaciones**

Se deben promover políticas e incentivos que promuevan la intensificación de la ganadería y permitan liberar áreas para el aumento de bosques secundarios, establecimiento de plantaciones forestales, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Esto puede contribuir significativamente a compensar emisiones de GEI en el sector de la ganadería. A nivel cultural los productores tienen alguna una percepción del programa de carbono neutralidad que podría favorecer a cumplir la meta país.

Es necesario informar a los productores sobre la doble contabilidad que se podría generar al utilizar las áreas con PSA de la finca para balances de emisiones. Además, entender cómo se maneja el mercado doméstico de carbono y las posibles acciones de ingreso a través de capacitaciones con las organizaciones ganaderas del país.

Se deben realizar esfuerzos por contar con factores de emisión con una menor incertidumbre en el sector de la ganadería ajustados a las regiones del país según épocas climáticas (seca o lluviosa). Esto puede contribuir significativamente a conocer los esfuerzos que tendrían los planes y estrategias de desarrollo en bajas emisiones a través de las acciones nacionales para la mitigación y adaptación que realiza Costa Rica.

## Agradecimientos

Al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, proyecto Policymix, productores de Hojancha, Nandayure y Nicoya, cámara de ganaderos de Hojancha, Nandayure y Nicoya. Al Ing. Juan Bautista Méndez Cruz de la oficina del MAG Hojancha.

## Bibliografía

- Aigner, M. 2010. La técnica de recopilación de información mediante los grupos focales. Universidad de Antioquia. Medellín. 32 p.
- Arroyo-Mora, J; Sánchez-Azofeifa, A; Rivard, B; Calvo, J; Janzen, D. 2005. Dynamics landscape structure and composition for the Chorotega region, Costa Rica from 1960 to 2000. *Agriculture Ecosystems & Environment* 106: 27-39
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de las Ciencias del Suelo. San José, CR. 157 p.
- Beukes, P.C; Gregorini, P; Romera, A.J. 2011. Estimating greenhouse gas emissions from dairy systems using a mechanistic whole farm model and inventory methodology. *Animal Feed Science and Technology* 166-167: 708-720
- Calvo-Alvarado, J; MacLennan, B; Sánchez-Azofeifa, A; Garvin, T. 2009. Deforestation and forest restoration in Guanacaste, Costa Rica: Putting conservation policies in context. *Forest Ecology and Management* 258: 931-940
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 2010. Determinación del balance de los GEI en fincas ganaderas de la región de Chorotega como elemento de referencia para mejorar la competitividad. Informe final. SP N° 14-2009. 250 p.
- Cederbeg, C; Henriksson, M; Berglund, M. 2013. An LCA researcher's wish list – data and emission models needed to improve LCA studies of animal production. *Animal* 7:s2 212-219
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Dourmad, J.Y; Rigolot, C; Van der Werf, H. 2008. Emission of greenhouse gas, developing management and animal farming systems to assist mitigation. *In* *Livestock and Global Climate Change*. Cambridge University Press. 36-39 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación: la ganadería a examen. Roma. 200p.
- \_\_\_\_\_. 2010. Greenhouse gas emissions from the dairy sector: a life cycle assessment. Roma. 98 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome. 139 p.
- Ferreira, CM. 2001. Almacenamiento de carbono en bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 p.
- Flora, C; Flora, J. 2013. Rural communities: legacy and change. 4ed. Westview Press. Philadelphia, USA. 414 p.
- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, CR). 2013. Distribución de hectáreas contratadas en pago por servicios ambientales, por año y por modalidad: período



- 1997-2012. (en línea). Consultado 20 octubre 2013. Disponible en [http://www.fonafifo.go.cr/paginas\\_espanol/servicios\\_ambientales/sa\\_estadisticas.htm](http://www.fonafifo.go.cr/paginas_espanol/servicios_ambientales/sa_estadisticas.htm)
- Forsythe, W. 1975. Física de Suelos. IICA. San José, CR 212 p.
- Gerber, P.J.; Hristov, A.N.; Henderson, B.; Makkar, H.; Oh, J.; Lee, C.; Meinen, R.; Montes, F.; Ott, T.; Firkins, J.; Rotz, A.; Dell, C.; Adesogan, A.T.; Yang, W.Z.; Tricarico, J.M.; Kebreab, E.; Waghorn, G.; Dijkstra, J.; Oosting, S. 2013. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. In. 2013. Animal. England, p. 220-34
- Guerra, L. 2007. Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. Thesis M.Sc, CATIE, Turrialba, CR. 105 p.
- Guerra, L. 2013. Metodología para el análisis de la huella de carbono a través del análisis de ciclo de vida. CATIE, GAMMA. Turrialba, CR. 16 p.
- Griscom, H; Ashton, M. 2011. Restoration of dry tropical forests in Central America: a review of pattern and process. Forest Ecology and Management 261: 1564-1579
- Hassan, J. 2011. 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. Thesis M.Sc, CATIE, Turrialba, CR. 162 p.
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Life zone ecology. IICA. San José, Costa Rica. 216 p. (Serie de libros y materiales educativos IICA no. 34).
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas 45: 27-36
- Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Tobar, D; Ríos, N; Guerra, L; Casasola, F; Vega, A. 2013. Balance de gases de efecto invernadero en los sistemas ganaderos de doble propósito en la región Chorotega.(en línea). Consultado el 20 de octubre de 2013. Disponible en <http://hdl.handle.net/123456789/230>
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR). 2008. Cambio climático: clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. San José, CR. 75 p.
- \_\_\_\_\_. 2009. Inventario nacional de emisión de gases de efecto invernadero y de absorción de carbono en Costa Rica en el 2000 y 2005. San José, CR. 78 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Factores de emisión de gases de efecto invernadero. San José, CR. 10 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, CR). 2012. X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Resultados generales. INEC. San José, CR. 142 p.
- \_\_\_\_\_. 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC. Ginebra, Suiza. 104 p
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- \_\_\_\_\_.2013. Working group i contribution to the IPCC fifth assessment report climate change 2013: the physical science basis. Final draft underlying scientific-technical assessment. Stockholm, Sweden. 2216 p.
- ISO (International Organization for Standardization). 2006. Environmental management-Life cycle assessment: requirements and guidelines. Disponible en [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=37456](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=37456)

- Kasterine, A; Vanzetti, D. 2010. The Effectiveness, Efficiency and Equity of Market-based and Voluntary Measures to Mitigate Greenhouse Gas Emissions from the Agri-food Sector. Disponible en [http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Sectors/Fair\\_trade\\_and\\_environmental\\_exports/Climate\\_change/TER\\_UNCTAD\\_KasterineVanzetti.pdf](http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Exporters/Sectors/Fair_trade_and_environmental_exports/Climate_change/TER_UNCTAD_KasterineVanzetti.pdf)
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, CR), DCC (Dirección de Cambio Climático), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2013. Mercado Doméstico Voluntario de Carbono de Costa Rica MDVCCR: un instrumento hacia la C-Neutralidad. San José, CR. 168 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. San José, CR. 109 p.
- Montenegro, J; Abarca, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. MAG, MINAE, PNUD, GEF. San José, Costa Rica. 131 p.
- Opio, C; Gerber, P; Steinfeld, H. 2011. Livestock and the environment: addressing the consequences of livestock sector growth. *Advances in Animal Biosciences* 2(3): 601-607
- Pagiola, S. 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65: 712-724
- Pérez, L; Kanninen, M. 2003. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 15(1):199-213
- Robalino, J; Pfaff, A; Sánchez-Azofeifa, A; Alpizar, F; León, C; Rodríguez, CM. 2008. Deforestation Impacts of Environmental Services Payments: Costa Rica's PSA Program 2000–2005. *Environment for Development*. 20 p.
- Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Thesis M.Sc, CATIE, Turrialba, CR. 111 p.
- Salazar, M; Campos, J; Prins, C; Villalobos, R. 2007. Restauración del paisaje en Hojancha, Costa Rica. CATIE. 51 p. Informe Técnico N° 357
- Sánchez, O. 2009. El pago por servicios ambientales del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), un mecanismo para lograr la adaptación al cambio climático en Costa Rica. CATIE, UNEP, CATHALAC, the Global Mechanism. 223-242 p.
- Sánchez-Azofeifa, A; Pfaff, A; Robalino, J; Boomhower, J. 2007. Costa Rica's payment for environmental services program: intention, implementation, and impact. *Conservation Biology* 21: 1165–1173
- Schmidinger, K; Stehfest E. 2012. Including CO2 implications of land occupation in LCAs-method and example for livestock products. *Life Cycle Asses* 17:962-972
- Serrano, M; Campos, J; Villalobos, R; Galloway, G; Herrera, B. 2008. Evaluación y planificación del manejo forestal sostenible a escala de paisaje en Hojancha, Costa Rica. Turrialba, CR. 44 p.
- Smith, P; Martino D; Cai, Z; Gwary, D; Janzen, H; Kumar, P; McCarl, B; Ogle, S; O'Mara, F; Rice, C; Scholes, B; Sirotenko, O. 2007. Agriculture. *In* *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Eds: B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 44 p.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Ríos, N; Sepúlveda, C. 2009. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. CATIE, UNEP, CATHALAC, The Global Mechanism. 103- 125 p.

- Vingelsgård, S. 2012. Environmental effectiveness, Economic effectiveness and Equity – a case study of payment for environmental services (PES) in Hojanca, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Norwegian University of Life Sciences. 145 p.
- Walkley, A; Black, AI. 1934. An examination of the Degtjoreff method for determination soil organic matter, and a proposed codification of the chromic acid titration method. Soil Science 37:29-38
- Zbinden, S; Lee, D. 2005. Paying for environmental services: an analysis of participation in Costa Rica's PSA program. World Development 33(2):255- 272

## **Contribuciones al desarrollo**

Históricamente la ganadería extensiva en la península de Nicoya fue la causante de procesos de degradación de los recursos naturales con consecuencias directas en los medios de vida. En términos de desarrollo, la zona se afectó por procesos de migración, pérdida de recursos naturales y una baja en los recursos económicos. Sin embargo, el proceso de restauración forestal que se documenta en varios estudios muestra la capacidad de las personas locales para realizar cambios de acuerdo a los recursos propios de la zona. Los capitales de la comunidad evaluados en este estudio permitieron identificar el componente productivo y natural como ejes principales para el desarrollo de la ganadería como medio de vida en Hojancha, Nandayure y Nicoya, Costa Rica. Además, se identificó que el capital productivo con que cuentan los ganaderos es un factor clave como fuente de ingresos, esto por las actividades productivas que generan la venta de animales y leche. El capital natural favoreció a las fincas ganaderas con pago por servicios ambientales (PSA) al contar con mayores áreas de bosque, plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Esto permite captar ingresos por la compensación de los servicios ambientales. Además, dinamiza el desarrollo de la zona al generar emprendimientos de pequeños productores forestales como aserraderos, fabricación de muebles y artesanías. La presencia de un mayor capital natural en las fincas ganaderas aporta una serie de servicios ecosistémicos () que contribuyen a la zona.

Los esfuerzos a nivel local para el desarrollo de una ganadería sostenible, agricultura diversificada, buenas prácticas de manejo forestal y turismo ecológico son promovidos por organizaciones como la cámara de ganaderos, el programa bandera azul y los centros agrícolas cantonales. Así como también por instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Ambiente, Municipalidades y centros educativos como escuelas y colegios. La integración de estas organizaciones e instituciones a través de representantes conforman los consejos sectoriales de cada cantón. Estos consejos se convierten en tomadores de decisiones e incidencia política a nivel cantonal con una visión interinstitucional. Por ejemplo, en 2012 el cantón de Hojancha estableció que la Municipalidad promoverá acciones tendientes a lograr la declaratoria de cantón carbono neutral. Este estudio evidenció un ambiente favorable con respecto a los capitales político, social, cultural y natural para la contribución al desarrollo de esta meta. No obstante, para el sector de la ganadería es de importancia la intensificación de los sistemas de producción a través de la adopción de sistemas silvopastoriles que permitan en menor área ser más productivo y eficiente. Con esto se apuesta a liberar áreas no aptas para la ganadería para la regeneración natural y valor agregado para productos como carne y leche. En conclusión, la contribución al desarrollo del medio de vida relacionado a la actividad ganadera no está sujeta a un territorio en particular. A nivel nacional la ganadería corresponde a un medio de vida para muchas familias rurales y se convierte en algunos casos en la principal fuente de proteína animal que estas familias consumen. Por lo tanto, las condiciones de Hojancha, Nandayure y Nicoya en la península de Nicoya, Costa Rica favorecen el desarrollo sostenible, ligado a esfuerzos de un proceso histórico que repercute positivamente en los capitales de la comunidad para generar un cambio en la forma de producción ganadera.

## **Contribuciones al diseño de políticas**

Este estudio analizó el aporte de la política del pago por servicios ambientales (PSA) del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) en la remoción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la ganadería. En este contexto, la tendencia de políticas forestales de Costa Rica ha contribuido al proceso de restauración forestal en la península de Nicoya en las últimas tres décadas, y así lo evidencian estudios realizados por Salazar et al. (2007) y Serrano et al. (2008). Por otro lado, el sector ganadero no cuenta con una participación directa de políticas que se enfoquen a una ganadería sostenible. Si bien, no reciben PSA por realizar mejoras en su sistema de producción, este beneficio es otorgado por contar con áreas de bosque, o el interés de establecer plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Este estudio encontró que todas las fincas con PSA presentaron balances positivos de emisiones. La mayor contribución correspondió a la tenencia de aproximadamente 40% del área de las fincas destinada a bosque secundario. Por lo cual, estos aportes del capital natural favorecen la remoción de gases de efecto invernadero (GEI). Las acciones conocidas como planes y estrategias de desarrollo en bajas emisiones que pretende realizar el país, buscan direccionar las políticas de reducción de emisiones en los sectores productivos del país. Es de resaltar que existen vínculos público-privados en el sector de la ganadería enfocados a la producción de leche. Las organizaciones en este grupo presentan un mayor grado de influencia en los decisores de políticas al agrupar una gran cantidad de productores bajo el sistema cooperativista. En contraste el sector carne requiere de un mayor esfuerzo de coordinación al existir cámaras, federaciones y la corporación ganadera. Bajo estas circunstancias es claro tener en cuenta que la aplicación e incidencia de políticas de reducción de emisiones se comportan de manera diferente según los aliados y sectores de interés. Por lo tanto, en el contexto de diseño e incidencia de políticas que contribuyan a la política de carbono neutralidad 2021, establecida en la estrategia nacional de cambio climático, se deben direccionar esfuerzos a este sector productivo del país. La integración de actores como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y el Ministerio de Ambiente puede permitir la creación de incentivos en el sector ganadero que busquen generar una reducción de emisiones y un aumento del capital natural. Este aumento puede propiciar la generación de una cultura y sensibilización en la población respecto al cambio climático y las formas de producción. A nivel productivo la disponibilidad de recursos maderables y emprendimientos en sectores como viveros, muebles, artesanías y aserraderos contribuyen al desarrollo que actualmente se realiza en la región. En el sector ganadería, se debe apostar a la intensificación promoviendo que sean más eficientes en menores áreas. Estas acciones acompañadas de asistencia técnica, capacitación y adopción de buenas prácticas contribuyen a incrementar la productividad. La falta de integración entre el sector productivo y ambiental propicia un buen punto de partida para la generación de políticas con visión integral acordes a la zona. Para el caso de Hojancha, Nandayure y Nicoya se encamina a la propuesta de incidencia política de un pago por servicios agroecosistémicos campesino, el cual busca recompensar a productores a nivel nacional que realizan mejoras agroforestales en sus sistemas de producción para la reducción de emisiones. De esta manera se busca que sean estos los que se apropien y lleven a cabo prácticas de mitigación acordes a los medios de vida para la generación del bienestar local.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Formulario de entrevista para productores ganaderos sobre la efectividad del pago por servicios ambientales en el balance de emisiones de carbono en fincas ganaderas de Hojancha, Nandayure y Nicoya

### **Presentación y consentimiento informado**

Mi nombre es José Mario Cárdenas Gutiérrez vecino del cantón de Hojancha, actualmente me encuentro realizando mi estudio de tesis denominado efectividad del pago por servicios ambientales (PSA) en el balance de emisiones de carbono en fincas ganaderas de Hojancha, Nandayure y Nicoya. Para dicho trabajo se necesita la información proveniente de los productores ganaderos y de instituciones del sector agropecuario y ambiental de Costa Rica.

La idea del estudio consiste en conversar con los productores ganaderos para conocer el manejo que realizan en sus fincas en el ámbito productivo y ambiental. Para ello se pretende seleccionar fincas ganaderas que han participado en el programa de pago por servicios ambientales (PSA) de FONAFIFO y fincas que no son parte del programa. Algunas de estas fincas serán seleccionadas para establecer parcelas donde se realizará una estimación del carbono en suelo y biomasa arbórea. Esta información será utilizada para realizar un balance de carbono y con ello obtener el potencial estimado en Ton/ha de carbono que podría ser comercializado a través del mercado doméstico voluntario de carbono del gobierno de Costa Rica.

Me gustaría pedirle permiso para entrevistarle y aclararle algunos aspectos importantes:

- Su participación en esta encuesta es totalmente voluntaria (si no desea participar o si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírmelo sin ningún problema).
- Si en algún momento se incomoda y no desea continuar, por favor hágamelo saber.
- Las respuestas que usted me brinde son anónimas, es decir, las respuestas obtenidas de todos los entrevistados se van a estudiar en conjunto y por eso no se va a saber cuáles fueron sus respuestas en particular.
- Si la pregunta que se le realiza no es clara o si desea alguna explicación adicional, por favor no dude en preguntarme.
- Mientras se esté realizando la entrevista se tomarán notas y en algunas ocasiones se tomarán fotos para poder complementar la información, espero esto no le incomode. En caso de que le incomode puede expresarlo con toda confianza.

Por último, quiero estar seguro de que ha quedado claro que está participando en esta entrevista de manera voluntaria. En caso de que desee mayor información puede ponerse en contacto con mi directora de tesis Claudia Sepúlveda del Programa GAMMA del CATIE al correo [csepul@catie.ac.cr](mailto:csepul@catie.ac.cr), teléfono 2558-2428 o con Emel Rodríguez del Área de Conservación Tempisque al correo [emel9017@gmail.com](mailto:emel9017@gmail.com), teléfono 2659-8190.

SECCIÓN 1: Identificación de la entrevista N° _____						
Hora de inicio de la entrevista				Hora fin de la entrevista		
Coordenadas de la finca	X			Y		
Fecha de la entrevista						
Nombre del entrevistado						
Vive en la finca	SI _____		NO _____			
Dirección de la finca						
Dirección de la casa						
Edad			Rol familiar			

SECCIÓN 2: Capital Humano	
1	Composición del grupo familiar  Total: _____ Hombres: _____ Mujeres: _____
2	Mano de obra  Familia: _____, Horas/día: _____ Contratados permanentemente: _____, temporales: _____, Horas/día: _____ Costo por jornal/hora: _____

SECCIÓN 3: Capital social	
3	Cuenta con asistencia técnica agropecuaria:  (1)SI: _____ Quiénes lo visitan: _____  (2)NO: _____ (pase a la pregunta 5)
4	¿Cuándo recibe asistencia técnica cuáles son los temas en que se le capacita? <b>Puede marcar más de una opción</b> (1)Ganadería sostenible (2)Alimentación de los animales (3)Manejo de pasturas (4)Infraestructura (5)Nuevas tecnologías (6)Acceso a mercados (7)Control sanitario de los animales (8)Otros: _____
5	Realiza intercambio de ideas y conocimientos con sus vecinos: (1)SI (2)NO
6	Grupos a los que pertenece: (1)Asociaciones: _____ (2)Cámara de productores: _____ (3)Cooperativas: _____ (4)Otro: _____ (5)Ninguno

7	<p>¿Cuáles considera usted que son los problemas que le impiden mejorar su finca? <b>Puede marcar más de una opción</b></p> <p>(1) Falta de financiamiento  (2) Falta de asistencia técnica  (3) Falta de apoyo a la comercialización  (4) Bajos precios en el mercado  (5) No recibe apoyo de su grupo familiar  (6) Robo de los animales  (7) Topografía de la finca  (8) Otro: _____</p>
8	<p>¿Cuáles han sido las estrategias realiza para mejorar la actividad ganadera?</p> <p>(1) Comprar más terrenos  (2) Sembrar pastos mejorados. Cuáles: _____  (3) Sembrar _____ cultivos.  Cuáles: _____  (4) Sembrar _____ árboles _____ o _____ plantaciones _____ forestales. Especies: _____  (5) Comprar animales  (6) Mejorar infraestructura  (7) Buscar financiamiento  (8) Vender parte de la finca  (9) Otro.  Cuál: _____</p>
9	<p>Servicios públicos con los que cuenta:</p> <p>a. Carretera destapada: SI _____ NO _____  b. Carretera pavimentada SI _____ NO _____  c. Acueducto y alcantarillado SI _____ NO _____  d. Escuela y colegio SI _____ NO _____  e. Electricidad SI _____ NO _____  f. Centro de salud SI _____ NO _____  g. Telefonía SI _____ NO _____  h. Otro: _____</p>

**SECCIÓN 4: Capital cultural**

10	<p>¿Usted se dedica a la ganadería porque lo aprendió de sus padres?</p> <p>(1) SI _____  (2) NO _____</p> <p>¿Cuál es la razón?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
----	---

**SECCIÓN 5: Capital político**

11	<p>Lo visitan instituciones del sector ambiental en el desarrollo de su finca para la conservación de los recursos naturales:</p> <p>(1) SI _____  Cuáles: _____</p> <p>(2) NO _____</p>
----	--



12	<p>¿Conoce alguna ley de manejo de recursos naturales que usted considere que le afecte a su actividad?</p> <p>(1)SI Cuáles conoce: _____</p> <p>(2)NO</p>
13	<p>De 1 a 5 ¿Cómo califica usted la participación de los ganaderos de su zona, en actividades relacionadas con la conservación de los recursos naturales?</p> <p>(1)Muy mala (2)Mala (3)Regular (4)Buena (5)Excelente</p>
14	<p>Usted conoce el programa de pago por servicios ambientales de FONAFIFO:</p> <p>(1)SI (2)NO (<i>pase a la pregunta 21</i>)</p>
15	<p>Usted ha participado en el programa de pago por servicios ambientales:</p> <p>(1)SI En _____ cuál _____ o _____ cuáles modalidades: _____</p> <p>(2)NO (<i>pase a la pregunta 21</i>)</p>
16	<p>¿Cómo ingreso al programa de pago por servicios ambientales?</p> <p>(1)Por cuenta propia (2)Por un regente forestal (3)Centro agrícola u organización tramitadora (4)FONAFIFO (5)Otro: _____ —</p>
17	<p>¿En que invierte los dineros del Pago por Servicios Ambientales?</p> <p>(1)Para mejoras en la finca (infraestructura, siembras etc.) (2)Compra de animales (3)Para la economía del hogar (alimento, luz, agua) (4)Ahorra (5)Para pagar un crédito (6)Otro: _____</p>
18	<p>¿Cuánto representa el porcentaje de pago por servicios ambientales en los ingresos que provienen de la finca?</p> <p>(1)Ningún porcentaje (2)Una cuarta parte (3)La mitad (4)Más de la mitad (5)Otro: _____</p>

19	<p>¿Cómo se siente usted con el programa de PSA de FONAFIFO en el que participó?</p> <p>(1) Poco satisfecho (2) Satisfecho (3) Muy satisfecho</p> <p>¿Por _____ qué?:</p>
20	<p>¿Cuál es el principal inconveniente que usted le ve al programa de PSA? <b>Solo marcar una opción</b></p> <p>(1) Incumplimiento en los pagos (2) Muchos trámites y requisitos (3) Monto de pago (4) Costos de aplicación (5) Ninguno (6) Otro: _____</p>
21	<p>¿Usted tiene confianza en programas o proyectos de las instituciones del Gobierno?</p> <p>(1) SI (2) NO</p>
22	<p>¿Qué entiende por ganadería sostenible? <i>(En caso de no saber se le explica)</i></p> <p>(1) No sabe (2) Producir más (3) Conservar la naturaleza (4) Producir más y cuidar la naturaleza (5) Otro: _____</p>
23	<p>¿Qué considera usted que es necesario para el desarrollo de la ganadería sostenible? <b>Puede marcar más de una opción</b></p> <p>(1) Asistencia técnica (2) Más capacitación (3) Incentivos económicos (4) Crédito diferenciado con bajas tasas de interés (5) Mejores precios de venta de carne/leche (6) Subsidios o regalías del gobierno (7) Otro: _____ (8) Nada</p>
24	<p>¿Usted conoce o ha escuchado sobre el programa de Costa Rica carbono neutral?</p> <p>(1) SI (2) NO</p>
<b>SECCIÓN 6: Capital natural</b>	
25	<p>Área total de la finca (Has) _____</p>
26	<p>Topografía de su finca:</p> <p>(1) Plana (2) Ondulada (3) Quebrada (4) Otro: _____</p>

27	<p>Áreas destinadas (Has) a:</p> <p>(1)Cultivos permanentes:_____ Edad_____</p> <p>(2)Cultivos anuales: _____ Edad_____</p> <p>(3)Pastos naturales con árboles:_____ Edad_____ Uso anterior:_____</p> <p>(4)Pastos naturales sin árboles:_____ Edad_____ Uso anterior:_____</p> <p>(5)Pastos mejorados con árboles:_____ Edad_____ Uso anterior:_____</p> <p>(6)Pastos mejorados sin árboles:_____ Edad_____ Uso anterior:_____</p> <p>(7)Banco forrajero: _____ Edad:_____ Uso anterior: _____</p> <p>(8)Km de cercas vivas:_____</p> <p>(9)Bosque:_____ Edad_____</p> <p>(10)Plantaciones forestales:_____ Edad_____</p> <p>(11)Otros. Cuáles:_____</p>
28	<p>Posee otras fincas:</p> <p>(1)SI Cuántas:_____</p> <p>(2)NO</p>
29	<p>En los últimos tres años ha sembrado árboles o los ha dejado de la regeneración natural en su finca:</p> <p>(1)Si Siembra:_____, Regeneración:_____</p> <p>Especies:_____</p> <p>(2)NO</p>
30	<p>¿Por qué son importantes los árboles en los potreros? <b>Puede marcar más de una opción</b></p> <p>(1)Madera</p> <p>(2)Leña</p> <p>(3)Postes para cercas vivas</p> <p>(4)Alimento para el ganado (follaje, frutos)</p> <p>(5)Sombra para los animales</p> <p>(6) Refugio de animales silvestres, aves etc.</p> <p>(7) Belleza del paisaje</p> <p>(8) Cultura y Tradición</p> <p>(9)Espiritualidad</p> <p>(10)Otro:_____</p>
31	<p>¿Conoce o ha escuchado sobre el término corredor biológico?</p> <p>(1)SI ¿Qué ha escuchado?:_____</p> <p>(2)NO (<i>pase a la pregunta 33</i>)</p>
32	<p>¿Considera que usted participa en el corredor biológico de su zona?</p> <p>(1)SI ¿Cómo?_____</p> <p>(2)NO</p>
33	<p>¿La finca posee nacientes de agua y ríos o quebradas que pasan por la finca?</p> <p>(1)SI ¿Cuántos?:_____</p> <p>(2)NO (<i>pase a la pregunta 35</i>)</p>

34	<p>¿Protege los nacientes de agua, ríos o quebradas?</p> <p>(1)SI ¿Cómo los protege? _____</p> <p>(2)NO</p>
35	<p>¿Realiza quemas en su finca?</p> <p>(1)SI (2)NO</p>
36	<p>¿Ha sembrado nuevos cultivos, pastos, árboles en los últimos años?</p> <p>(1)SI 36.1 Cuáles: _____ _____ _____</p> <p>(2)NO</p>
37	<p>Usted realiza ensilajes para los animales de su finca</p> <p>(1)SI ¿Con que lo hace? _____</p> <p>(2)NO</p>
38	<p>¿Qué entiende usted por sistemas silvopastoriles? <i>(En caso de no saber se le explica)</i></p> <p>(1)Nada (2)Ganadería sostenible (3)Ganadería con árboles (4)Ganadería con pasto mejorado (5)Ganadería con protección de la naturaleza (6)Otro: _____</p>
39	<p>¿Usted estaría dispuesto a intensificar la actividad ganadera con sistemas silvopastoriles para liberar áreas de la finca para recuperar bosque o sembrar más árboles propios de la zona?</p> <p>(1)SI (2)NO</p>
40	<p>¿En caso que no existieran leyes que prohíban el uso del bosque, que cree usted que hubiera hecho con el bosque de su finca?</p> <p>(1)Mantenido el bosque (2)Extracción sostenible de madera (3)Convertido el bosque a pasto (4)Convertido el bosque a cultivos (5)Convertido el bosque a plantación de madera (6)Otro: _____ _____</p>
41	<p>¿En los últimos años ha observado cambios en el clima?</p> <p>(1)SI (2)NO</p>
42	<p>¿Qué cambios ha observado?</p> <p>(1)Temperatura: Aumento: _____, Disminución: _____ (2) Lluvias: Aumento: _____, Disminución: _____ (3)Sequías: Aumento: _____, Disminución: _____ (4) Inundaciones: Aumento: _____, Disminución: _____ (5)Otro: _____ _____</p>

43	<p>¿Ha afectado el cambio del clima a su finca?</p> <p>(1)SI ¿Cómo?_____</p> <p>(2)NO (<i>Pase a la pregunta 45</i>)</p>
44	<p>¿Ha realizado acciones o mejoras en su finca para adaptarse a estos cambios del clima?</p> <p>(1)SI ¿Cuáles?_____</p> <p>(2)NO</p>

### SECCIÓN 7: Capital físico/ construido

45	<p>La finca es accesible:</p> <p>(1)Todo el año (2)En época seca (3)En época lluviosa</p>
46	<p>¿Cuál es su medio de transporte para movilizarse a la finca?</p> <p>(1)Carro (2)Moto (3)Cuadraciclo (4)Bus público (5)Bicicleta (6)Carreta (7)Caballo (8)Otro:_____</p>
47	<p>¿Cuánto es la distancia en kilómetros y el tiempo desde la finca a la ciudad más cercana?</p> <p>Ciudad:_____</p> <p>Distancia en km:_____</p> <p>Combustible: _____, Cuantas veces a la semana: _____.</p> <p>Tiempo en llegar:_____</p>
48	<p>¿A cuales medios de comunicación tiene más acceso?</p> <p>(1)Radio (2)Televisión nacional (3)Televisión satelital (4)Periódicos (5)Internet (6)Otro:_____</p>
49	<p>¿Qué tipo de cercas utiliza en su finca?</p> <p>(1)Eléctrica. Consumo kW: _____ o costo de electricidad: _____.</p> <p>(2)Poste muerto. Especie:_____</p> <p>(3)Cerca viva. Especies:_____</p>
50	<p>Maneja sistema de riego en su finca:</p> <p>(1)SI Tipo de riego: Aspersión: _____, Gravedad: _____, Otro: _____ Cuantas Ha: _____, Consumo electricidad/combustible: _____ Horas/día/riego: _____</p> <p>(2)NO</p>
51	<p>¿Cuántos apartos maneja en su finca? _____.</p>

52	<p>¿Maneja rotación de apartos?</p> <p>(1)SI</p> <p>Días de ocupación: _____</p> <p>Días de descanso: _____</p> <p>(2)NO</p>																																																								
53	<p>Instalaciones</p> <table border="1" data-bbox="334 468 859 800"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Corral</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Manga</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cargadero</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Saladero</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Abrevadero</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Canoa para comida</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otros:</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Descripción	SI	NO	Corral			Manga			Cargadero			Saladero			Abrevadero			Canoa para comida			Otros:																																		
Descripción	SI	NO																																																							
Corral																																																									
Manga																																																									
Cargadero																																																									
Saladero																																																									
Abrevadero																																																									
Canoa para comida																																																									
Otros:																																																									
54	<p>Maquinaria y Equipo menor</p> <table border="1" data-bbox="334 955 1471 1409"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>Consumo de combustible o electricidad (litros/semana, kW)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vehículo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Moto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Motosierra</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Moto guadaña</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bomba de motor</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Tractor</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Picadora de pasto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Generador eléctrico</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bomba de agua</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ordeñadora</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otro:</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Descripción	SI	NO	Consumo de combustible o electricidad (litros/semana, kW)	Vehículo				Moto				Motosierra				Moto guadaña				Bomba de motor				Tractor				Picadora de pasto				Generador eléctrico				Bomba de agua				Ordeñadora				Otro:											
Descripción	SI	NO	Consumo de combustible o electricidad (litros/semana, kW)																																																						
Vehículo																																																									
Moto																																																									
Motosierra																																																									
Moto guadaña																																																									
Bomba de motor																																																									
Tractor																																																									
Picadora de pasto																																																									
Generador eléctrico																																																									
Bomba de agua																																																									
Ordeñadora																																																									
Otro:																																																									
55	<p>El transporte de insumos a la finca lo realiza con su propio vehículo (<i>en caso de que tuviera su propio vehículo</i>) o contrata transporte:</p> <p>(1)Vehículo propio.      Cuanto combustible gasta por viaje: _____ Distancia: _____ km</p> <p>(2)Contrata.                      Qué vehículo contrata: _____ Distancia: _____ km</p> <p>(3)Otro: _____</p> <p>_____</p>																																																								

**SECCIÓN 8: Capital financiero/ productivo**

56	<p>Sistema de explotación de ganadería:</p> <p>(1) Lechería tradicional o medianamente especializada  (2) Lechería especializada  (3) Doble propósito  (4) Carne ciclo completo  (5) Carne- producción de crías  (6) Carne desarrollo - engorde</p>																								
57	<p>¿Cuáles son las razas o cruces de animales bovinos que le gusta manejar en su finca?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																								
58	<p>Lista de especies de forrajes/leguminosas que tiene en los potreros y mencione cuál produce más durante el año:</p> <table border="1" data-bbox="334 674 1472 915"> <thead> <tr> <th data-bbox="334 674 1010 709">Nombre del pasto</th> <th data-bbox="1010 674 1472 709">Área en Has</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Nombre del pasto	Área en Has																						
Nombre del pasto	Área en Has																								
59	<p>Lista de agroquímicos que aplica durante el año</p> <table border="1" data-bbox="334 978 1472 1335"> <thead> <tr> <th data-bbox="334 978 943 1035">Producto (herbicida, insecticida, fungicida, fertilizante, otros)</th> <th data-bbox="943 978 1472 1035">Cantidad (litros, sacos, bolsas por año)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Producto (herbicida, insecticida, fungicida, fertilizante, otros)	Cantidad (litros, sacos, bolsas por año)																						
Producto (herbicida, insecticida, fungicida, fertilizante, otros)	Cantidad (litros, sacos, bolsas por año)																								
60	<p>Realiza raleos o podas de árboles en las cercas vivas de la finca:</p> <p>(1) SI  Cada cuanto lo realiza: _____  Cuál es el costo aproximado: _____</p> <p>(2) NO</p>																								
61	<p>¿Cómo utiliza los desechos de la poda o raleo?</p> <p>(1) Los deja en el suelo, en el mismo lugar de corta  (2) Los esparce en otras zonas de la finca  (3) Los utiliza como leña para cocinar  (4) Los quema  (5) Los utiliza como alimento para el ganado  (6) Los utiliza para producir abono  (7) Otro: _____</p> <p>_____</p>																								

62 ¿Qué manejo le da a los residuos sólidos (boñiga, basura) y líquidos de la finca?

(1)No hay manejo, quedan esparcidas  
 (2)Recolección y se aplican a las pasturas  
 (3)En pilas para producción de abono orgánico  
 (4)Fabricación de biofertilizantes  
 (5)Lagunas de oxidación  
 (6)Biodigestor  
 (7)Otro: \_\_\_\_\_  
 —

63 Inventario del Hato

Categoría	Número de animales	Razas predominantes
Vacas > 3años		
Hembras 2-3 años		
Hembras 1-2 años		
Hembras 0-1 año		
Toros > 3años		
Bueyes		
Machos 0-1 año		
Machos 1-2 años		
Machos 2-3 años		
TOTAL DEL HATO		

64 Registros que utiliza **(Puede marcar más de una opción)**

(1)Productivos  
 (2)Reproductivos  
 (3)Sanitarios  
 (4)Contables  
 (5)Otros: \_\_\_\_\_  
 (6)Ninguno

65 Suplementos alimenticios usados en la finca en la **época seca/ época lluviosa**

Época seca		Época lluviosa	
Nombre	Cantidad animal/día	Nombre	Cantidad animal/día

66 ¿Dónde comercializa sus animales?

(1)Subasta. Ubicación: \_\_\_\_\_  
 (2)Intermediarios (locales o de afuera de la provincia)  
 (3)Empacadora  
 (4)Carnicerías  
 (5)Otros: \_\_\_\_\_  
 —



67	<p>¿Cómo transporta los animales cuando los vende?</p> <p>(1)Vehículo propio.  (2)El comprador llega por los animales a la finca  (3)Alquila transporte  (4)Otro: _____</p>
68	<p>¿Realiza ordeño de sus vacas?</p> <p>(1)SI</p> <p>¿Qué tipo de ordeño realiza? Manual:____, Mecánico:____, Consumo de electricidad o combustible:_____</p> <p>(2)NO (<i> siga a la pregunta 73</i>)</p>
69	<p>¿Con que frecuencia ordeña al día?</p> <p>(1)Una vez al día  (2)Dos veces al día</p>
70	<p>¿Cuántas vacas maneja en producción?</p> <p>(1)Época seca:_____</p> <p>(2)Época lluviosa:_____</p>
71	<p>¿Cuál es la producción promedio de leche en kg/día/animal?</p> <p>(1)Época seca:_____</p> <p>(2)Época lluviosa:_____</p>
72	<p>¿Usted prepara derivados de la leche (queso, natilla, yogurt) para la venta?</p> <p>(1)SI  En qué lugar los vende:_____</p> <p>(2)NO</p>
73	<p>¿A qué edad desteta los terneros de su finca? (<b>Sistema de ganadería cría</b>)</p> <p>_____</p>
74	<p>¿Cuánto tiempo se demora el proceso de engorde de los animales hasta que están para la venta? (<b>Engorde</b>)</p> <p>_____</p>
75	<p>¿Cómo visualiza su finca en los próximos diez años? (<b>Puede marcar más de una opción</b>)</p> <p>(1)Construir infraestructura  (2)Mayor cantidad de animales  (3)Con mayor cantidad de árboles sembrados  (4)Manejo de excretas  (5)Más km de cercas vivas  (6)Áreas de protección y regeneración natural  (7)Áreas de plantación forestal  (8)Uso de bancos forrajeros  (9)Otro:_____</p>

<b>SECCIÓN 9: Cierre de la entrevista</b>	
7	¿Existen preguntas o dudas que se deben aclarar?
6	_____
	_____
	_____

**Agradecerle por el tiempo, la atención y sobre todo por permitirme conocer un poco de su finca**

**Observaciones generales de la entrevista:** (entrevistado o entrevistador)

---

---

---