CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

DIVISION DE EDUCACIÓN

PROGRAMA DE POSGRADO

Motivaciones y limitaciones para la generación de servicios ecosistémicos hídricos en fincas ganaderas en la microcuenca del Río Bulbul, Matiguás, Nicaragua

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

MAGISTER SCIENTIAE

En Economía, Desarrollo y Cambio Climático

Silvia Elisa Estigarribia Canese

Turrialba, Costa Rica
Febrero de 2016

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 ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO**

FIRMANTES:

Bastiaan Louman, M.Sc.
Codirector de tesis

Róger Madrigal, Ph.D.
Codirector de tesis

Cristóbal Villanueva, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Christian Brenes, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado

Silvia Elisa Estigarribia Canese
Candidata

DEDICATORIA

A Dios, por su amor eterno y por ser quien guía mis pasos.
A mi padre Ricardo, por guiarme en el camino recto de la vida y haber inspirado esta vocación.
A mi madre Marta, por ser la mujer virtuosa, la que me empuja a los desafíos sin miedo.
A mis hermanos, amigos y familiares, quienes desde mi país me brindaron el apoyo y aliento para continuar cada día.
A Néstor, quien me brindó su apoyo incondicional en todo el proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mis consejeros principales, Bastiaan Louman y Roger Madrigal, por haber confiado en mi capacidad y guiarme en este tramo de la vida.

A los miembros del comité asesor, Cristian Brenes y Cristóbal Villanueva, por haberme brindado el apoyo necesario para culminar exitosamente este proceso.

A mis becarios: La ITAIPU Binacional, Escuela de Posgrado del CATIE, Programa de Cambio Climático y Cuencas y al Programa Ambiental Mesoamericano (MAP), por brindarme esta invaluable oportunidad de estudiar.

Al Decano de la Escuela de Posgrado, el Doctor Francisco Jiménez, quien con su gran vocación por la docencia nos brindó un gran apoyo en todo el desarrollo de la maestría.

A todos los funcionarios del CATIE que hacen de la institución un hermoso lugar para vivir y desarrollarse.

A todos los profesores y compañeros de la escuela de posgrado del CATIE, por la valiosa contribución con mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS iv
RESUMEN viii
ABSTRACT ix
I. SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS 10
1. INTRODUCCIÓN 10
2. PRINCIPALES RESULTADOS 12
II. ARTÍCULO CIENTÍFICO 14
RESUMEN 14
1. INTRODUCCIÓN Y ANTEDECENTES 15
2. REVISIÓN DE LITERATURA 17
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 21
3.1 Ubicación del área de estudio 21
4. METODOLOGÍA 23
4.1 Selección del área de estudio y fincas por estudiar 24
4.1.1 Criterios y selección del área de estudio 24
4.1.2 Criterios para la selección de las fincas 25
4.1.3 Tamaños, distribución de la muestra y selección de las fincas a estudiar 25
4.2 Análisis de información secundaria 26
4.2.1 Selección de usos por estudiar 26
4.2.2 Propuesta de jerarquización de los usos ganaderos según su nivel de contribución al servicio ecosistémico hídrico (SEH) de las fincas seleccionadas 27
4.3 Recolección de datos de campo 28
4.3.1 Actualización de los mapas de usos 28
4.3.2 Entrevistas estructuradas 29
4.4 Análisis de la información 29
4.4.1 Establecimiento de la línea base 29
4.4.2 Sistematización y análisis de las motivaciones y limitaciones para implementar los cambios 30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30
5.1 Establecimiento línea de base de los usos de la tierra en las fincas seleccionadas 30

5.2 Determinación, jerarquización y validación de los cambios deseables en los usos ganaderos para mejorar la contribución al SEH 34
5.3 Identificación y análisis de las motivaciones y limitaciones para efectuar los cambios deseables en las fincas seleccionadas 36
5.3.1 Motivaciones y limitaciones relacionadas a aspectos socioeconómicos (tamaño e ingreso de las fincas) 40
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
ANEXO 1: Mapas complementarios de selección del área 53
ANEXO 2: Base de datos de los 23 productores. Usos ganaderos (has) 55
ANEXO 3: Distribución de usos ganaderos en el año 2005 de las fincas seleccionadas para el estudio 56
ANEXO 4: Definiciones y fotografías de los diversos usos ganaderos de interés para el estudio 58
ANEXO 5: Cuestionario de entrevista 63
ANEXO 6: Cuadro desagregado de motivaciones y limitantes 91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del área de estudio. Microcuenca del Río Bulbul, Matiguás. 21
Figura 2. Total de hectáreas y porcentaje de usos ganaderos en las fincas estudiadas. 31
Figura 3. Análisis de conglomerado de las 23 fincas 32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Características socioeconómicas y demográficas del municipio de Matiguás 22
Cuadro 2 Procedimiento metodológico de la investigación 24
Cuadro 3 Distribución de las fincas por tamaño. 26
Cuadro 4. Índice del servicio ecosistémico hídrico para distintos usos del suelo. 27
Cuadro 5. Estudios científicos de usos de la tierra y su influencia en el SEH. 28
Cuadro 6. Índice de uso del suelo para los usos de la línea base. 34
Cuadro 7. Respuestas sobre incorporación de cambios establecidos 35
Cuadro 8. Motivaciones relacionadas a los cambios propuestos 37
Cuadro 9. Limitaciones relacionadas a los cambios propuestos 39

LISTADO DE ACRÓNIMOS

AD	Alta densidad de árboles
BD	Baja densidad de árboles
CA	Cobertura arbórea
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CETREX	Centro de trámites de las exportaciones
CC	Cambio Climático
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GEI	Gases de efecto invernadero
INAFOR	Instituto Nacional Forestal
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
NBI	Necesidades básicas insatisfechas
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
MAP	Programa Ambiental Mesoamericano
PD	Pastura degradada
PM	Pastura mejorada
PN	Pastura natural
PMSA	Pastura mejorada sin árboles
PNSA	Pastura natural sin árboles
PMAD	Pastura mejorada con alta densidad de árboles
PNAD	Pastura natural con alta densidad de árboles
PMBD	Pastura mejorada con baja densidad de árboles
PNBD	Pastura mejorada con baja densidad de árboles
PSA	Pago por servicios ambientales
PSEH	Pago por servicios ecosistémicos hídricos
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
SEH	Servicios Ecosistémicos Hídricos
SSP	Sistemas Silvopastoriles
UNICEF	United Nations Children's Fund
UNESCO	United Nations Organization for Education, Science and Culture

RESUMEN

El presente documento de tesis muestra el análisis realizado sobre la contribución de la cobertura arbórea y las pasturas al servicio ecosistémico hídrico (SEH) en fincas ganaderas, así como las motivaciones y limitaciones para realizar cambios que mejoren esta contribución. El estudio se realizó en la microcuenca del Río Bulbul, situada dentro del municipio de Matiguás en Nicaragua, con base a 23 productores cuyas fincas tienen entre 5 hasta 75 hectáreas de extensión. Se identificaron los actuales usos de la tierra en cada una de las fincas ganaderas. Mediante la utilización de índices de uso del suelo (IUS), estudios biofísicos locales y regionales, y consultas con los productores entrevistados, se definieron los cambios deseables en los usos de la tierra de las fincas ganaderas con el objetivo de favorecer la provisión del SEH a nivel de la microcuenca. Se realizó un análisis de las motivaciones y limitaciones para realizar los cambios deseables mediante entrevistas estructuradas y se analizaron algunas medidas para potenciar las motivaciones y superar las limitaciones. Los resultados indican que existen 10 categorías de usos, entre las cuales predominan los sistemas silvopastoriles (SSP) con una baja densidad arbórea (<30 arb/ha) y la pastura mejorada, con escasas áreas con cobertura arbórea nula. Los cambios deseables para favorecer los SEH buscan aumentar la cobertura arbórea a alta densidad (>30 arb/ha) y cambiar las pasturas naturales por mejoradas. Adicionalmente, se estableció que los bosques y tacotales son elementos importantes por conservar dentro de las fincas, debido a su alta contribución al SEH. Las motivaciones y limitaciones más señaladas por los productores entrevistados para mejorar la provisión del SEH, se relacionan con el sistema económico-productivo de la finca. En contraposición, las motivaciones socio-ambientales fueron menos señaladas. Estos resultados dan indicios de que existiría un mayor interés por parte de los productores hacia la rentabilidad económica que los servicios ambientales de sus sistemas. En cuanto acciones de políticas locales, se consideró que un sistema de incentivos monetarios sería importante para productores de menos de 15 has y menos de 1000 US$ mensuales de ingresos brutos. Otras asistencias económicas, como compra de insumos, serían importantes, especialmente para productores de menos de 25 hectáreas y menos de 4.000US$ mensuales de ingresos brutos. Adicionalmente, es importante reforzar la concienciación ambiental de los productores al considerar que los encargados del manejo de las fincas pueden variar con el tiempo. Los productores más grandes, de 50 ha en adelante e ingresos brutos de más de 3000 US$/año, mostraron mayor frecuencia de respuestas sobre la importancia de que los árboles brinden cierta utilidad, ya sea económica o productiva.

Palabras clave: sistemas ganaderos silvopastoriles, servicios ecosistémicos hídricos, mecanismos de incentivos, escorrentía, infiltración, calidad de agua, índices de uso del suelo.

ABSTRACT

The present study analyzed the contribution of tree cover and pastures to water ecosystem services in cattle farms, as well as motivations and limitations to making land use changes that would improve this contribution. The study was conducted in the River Bulbul watershed, located within the municipality of Matiguás in Nicaragua, and based on information from 23 producers whose farms are between 5 and 75 hectares. The study identified the current land uses in each of the ranches. By using land use indices, local and regional biophysical studies and consultation with the interviewed producers, the desired changes in land use of the cattle farms that would favor the establishment of water ecosystem services at the micro-watershed level were defined. An analysis of the motivations and limitations to make the desired changes was completed using structured interviews, as well as an analysis of how to enhance the motivations and overcome the limitations. The results show that there are 10 categories of land use, among which silvopastoral systems predominate, with low tree density (<30 trees/ha), as well as improved pastures, where there exists few areas with null tree cover. The desired changes that are most favorable for water ecosystem services include increasing tree coverage to high density (<30 tree/ha), and converting the natural pastures to improved pastures. Additionally, it was determined that the forests and thickets are important elements to conserve within the farms due to their high contribution to water ecosystem services. The motivations and limitations most identified by the interviewed producers to implement changes for improving the provision of water ecosystem services are related to the economic-productive systems on the farms; in contrast, social-environmental motivations were less identified by producers. This would seem to indicate that the producers are more interested in the economic returns than in the environmental services that their systems produce. Regarding local politics, it was determined that a monetary incentive system would be important for producers with less than 15 ha of land and a gross monthly income of less than US $1,000. Other financial assistance such as the purchase of inputs would be especially important for producers with less than 25 ha of land and a gross monthly income of less than US $4,000. Additionally, reinforcing the producers' environmental awareness could be an important factor, considering that those in charge of the farms' management may vary over time. The largest producers, with 50 ha or more of land and an annual gross revenue of more than US $3,000, seemed to respond most frequently to the importance of the utility, economic and productive, provided by the trees.

Keywords: silvopastoral livestock systems, water ecosystem services, incentive mechanisms, runoff, infiltration, water quality, soil use indices

I. SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio analizó la contribución de la cobertura arbórea y las pasturas al servicio ecosistémico hídrico (SEH) en fincas ganaderas. El análisis buscó determinar la factibilidad de promover la generación de servicios ecosistémicos hídricos (SEH) en la microcuenca del Río Bulbul, situada dentro del municipio de Matiguás en Nicaragua.

Para Nicaragua, la ganadería representa uno de los principales ingresos a nivel nacional. Así, el 12% del PIB es aportado por la exportaciones de lácteos, carne y ganado en pie. Entre enero a setiembre del año 2015, la ganadería registró 520 millones de US$ de exportación (CETREX 2015). Además, la producción ganadera en Nicaragua ocupa el 28,3% del territorio nacional. De este porcentaje, la ganadería extensiva sin árboles representa el 36,3% del territorio ganadero, en tanto que la producción con árboles representa el 63,7% (INAFOR 2011).

De igual manera, en Matiguás y en la microcuenca del río Bulbul, la actividad ganadera es muy importante para la economía local. Aquí, el 73% de las fincas son dedicadas a la ganadería (MAGFOR 2013). Se estima que dentro del municipio se produce un total de 21.347.400 litros de leche, 1.656 toneladas de queso y 22.000 novillos en pie, lo que genera ingresos alrededor de 18.104.880 US$ para los productores locales (Mayorga 2004; Flores *et al.* 2011). Además, el municipio de Matiguás representa el 35% del hato ganadero del departamento de Matagalpa. A nivel nacional, en Matagalpa se concentra el 9,8% del hato ganadero nacional. La ganadería, junto a la caficultura, han hecho de Matagalpa la cuarta potencia económica de Nicaragua (CENAGRO 2012).

Según MARENA (2001), la mayoría de las cuencas en Nicaragua se encuentran bajo una fuerte reducción de cobertura vegetal, lo cual incrementa la erosión de los suelos. A nivel nacional, en el año 2011, se estimó una tasa de deforestación de 74.655 hectáreas por año (INAFOR 2011). Se estima que la pérdida de la cobertura forestal en Nicaragua, entre el año 2001 al año 2014, ha sido de 924.470, lo cual la ubica como la segunda más importante a nivel de Centroamérica después de Guatemala (Global Forest Watch 2016). Esta situación, además, aporta grandes sedimentos a las corrientes de agua, lo que reduce la provisión de los SEH para las poblaciones que dependen de estos recursos (Marena 2001).

En Matiguás, el agua para los sistemas agropecuarios y consumo humano proviene exclusivamente de las fuentes superficiales debido a sus características topográficas y geológicas, que incrementan los costos del aprovechamiento de las aguas subterráneas (CEPAL 2007). En consecuencia, la exposición a posibles cambios de temperatura y regímenes de precipitación pluvial puede reducir la disponibilidad de agua para consumo humano y para otros servicios

ecosistémicos[1]. En tal sentido, conservar e incrementar la presencia de árboles en los potreros representa una necesidad para afrontar sequías prolongadas. Es fundamental utilizar especies nativas que mantengan positivos los flujos netos de agua superficial para no afectar la cantidad de agua disponible en los sistemas de producción agropecuaria y en las poblaciones cercanas (Zhang *et al.* 2007)

Un equilibrio adecuado entre la cubierta forestal y los sistemas productivos genera múltiples beneficios. Por ejemplo, la interacción entre leñosas y pasturas disminuyen la tasa de transpiración y la evaporación, lo cual retrasa o evita el estrés hídrico de la zona (Wilson y Ludlow 1991). Además, los efectos de los árboles sobre los servicios hidrológicos son más evidentes en las pasturas, ya que se reduce la escorrentía superficial ante lluvias intensas (> 50 mm h^{-1}) y se incrementa la infiltración (Benegas *et al.* 2014). Por otro lado, incorporar árboles en las pasturas provee beneficios para mejorar los medios de vidas de las poblaciones locales a través de activos financieros (Swallow *et al.* 2009; Lovell *et al.* 2010; Milder *et al.* 2010; Willemen *et al.* 2013). En otras palabras, los SSP representan una oportunidad para incrementar la productividad de las fincas ganaderas y mejorar los SEH en la zona (Dagang y Nair 2003).

La investigación se llevó a cabo mediante el apoyo del Programa de Cambio Climático y Cuencas y en el marco del Programa Ambiental Mesoamericano (MAP por sus siglas en ingles). Particularmente, en relación con dos de sus líneas estratégicas, que son:

- Aumentar los servicios ecosistémicos: para lo cual el programa busca aumentar la densidad de la cobertura arbórea dentro de las fincas sin sacrificar los rendimientos en la producción de cultivos, pastos y animales. Esta iniciativa tendrá efectos directos sobre los servicios ecosistémicos, entre ellos la regulación del ciclo hidrológico (Catie 2013).
- Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático: mediante la restauración de los ecosistemas, se elevará la capacidad de las fincas para realizar funciones ecológicas indispensables para reducir la vulnerabilidad, como es el caso de la regulación del ciclo hidrológico (Catie 2013).

Para el desarrollo de la investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Analizar la factibilidad de promover la generación de servicios ecosistémicos hídricos en sistemas silvopastoriles en la microcuenca del Río Bulbul, Matiguás, Nicaragua.

[1] Estudios locales que utilizaron modelos de proyección climática muestran alteraciones muy significativas en producción de agua, lo que pueden afectar en el futuro por escasez o sequías prolongadas (Chávez, 2012).

Objetivos Específicos:

- Establecer la línea de base de los usos de la tierra en las fincas ganaderas seleccionadas.
- Determinar los cambios que mejorarían la contribución al SEH en las fincas seleccionadas.
- Identificar las motivaciones y limitaciones de los productores para realizar los cambios deseables que mejoren la contribución al SEH en las fincas seleccionadas.

Para el cumplimiento de cada uno de los objetivos, se seleccionaron 23 fincas por estudiar en la microcuenca, con las que se estableció una línea base de sus actuales usos de la tierra. También, se definieron cambios en los usos de la tierra para mejorar el SEH a través de herramientas metodológicas como el índice de uso del suelo (IUS) propuesto por Alpízar y Madrigal (2005). Este IUS se complementó con estudios biofísicos desarrollados en la zona y en la región de Centroamérica. Por su parte, se validó con los productores la posibilidad de realizar los cambios en los usos de la tierra. Además, se indagó acerca de las motivaciones y limitaciones que los productores perciben para realizar los cambios propuestos, lo cual brindó una base para analizar algunos incentivos que podrían aplicarse en el área.

2. PRINCIPALES RESULTADOS

La investigación brinda información sobre la estructura de los usos de la tierra para ganadería en fincas ubicadas dentro de la microcuenca del rio Bulbul, con base en información de campo y actualización de mapas al año 2015. Establece, además, una jerarquización de dichos usos con el fin mejorar la contribución de las fincas ganaderas a los servicios ecosistémicos hídricos (SEH). Para establecer la contribución de cada tipo de uso al SEH, se utilizaron herramientas como un índice de uso del suelo (IUS) para ganadería, y estudios biofísicos locales y regionales que establecen relaciones entre la cobertura (árboles y pasturas) y los SEH.

También, se presenta un análisis de los factores que motivan y limitan a los productores a realizar cambios deseables en los sistemas ganaderos para mejorar su contribución al SEH. Además, estos factores brindaron argumentos importantes para recomendar acciones políticas locales que incentiven dichos cambios en las fincas ganaderas.

Los usos de la tierra ganadera predominantes en las fincas estudiadas son los sistemas silvopastoriles (65,7%) en comparación con las pasturas desprovistas de árboles (12,3%). También, se ha evidenciado que, en los sistemas silvopastoriles de las fincas estudiadas, predomina la baja densidad de cobertura arbórea (65,7%)[2] en contraste con la alta densidad de

[2] Ver definiciones adoptadas en Anexo 4. Se considera baja densidad de árboles cuando la cobertura es menor a 30 árboles por hectárea y alta densidad cuando la cobertura es mayor a 30 árboles por hectárea.

árboles (28,7%). En cuanto al tipo de pastura, en las fincas estudiadas predomina la pastura mejorada (41%) en comparación con la pastura natural (27,3%).

Según la jerarquización realizada con base en la contribución de cada uso de la tierra estudiado al SEH; los cambios deseables para mejorar la producción de SEH son: i) mejorar las pasturas, ii) incluir árboles en potreros desprovistos de estos y ii) mejorar la densidad arbórea hacia la alta densidad.

Respecto de los factores que motivan y limitan la adopción de los cambios deseables para mejorar la contribución de SEH por parte de las fincas, los más señalados por los productores se relacionan con la economía de la finca, tanto con la productividad como con la obtención de ingresos adicionales por otras actividades. Por otro lado, los factores socioambientales fueron menos señalados por los productores.

En cuanto a las acciones de políticas locales, se consideró importante contar con un sistema de incentivos monetarios a productores más pequeños, de menos de 15 has y menos de 1000 US$ mensuales de ingresos brutos, y otras asistencias económicas como compra de insumos, en especial para productores menos de 25 has y menos de 4.000US$ mensuales de ingresos brutos. Complementariamente, reforzar la concientización ambiental de los productores sería un factor importante, al considerar que los encargados del manejo de las fincas pueden variar con el tiempo. Los productores más grandes, de 50 has en adelante e ingresos brutos de más de 3000 US$/año, mostraron mayor frecuencia de respuestas sobre la importancia de que los árboles brinden cierta utilidad, ya sea económica o productiva.

II. ARTÍCULO CIENTÍFICO

Generación de servicios ecosistémicos hídricos: motivaciones y limitaciones para la mejora en la provisión de SEH en fincas ganaderas de la microcuenca del Río Bulbul, Matiguás, Nicaragua

Silvia Elisa Estigarribia Canese

RESUMEN

Se realizó un análisis sobre la contribución de la cobertura arbórea y las pasturas al servicio ecosistémico hídrico (SEH) en fincas ganaderas, así como las motivaciones y limitaciones para realizar cambios que mejoren esta contribución. El estudio se realizó en la microcuenca del Río Bulbul, situada dentro del municipio de Matiguás en Nicaragua, con base a 23 productores cuyas fincas tienen entre 5 hasta 75 hectáreas de extensión. Se identificaron los actuales usos de la tierra en cada una de las fincas ganaderas. Mediante la utilización de índices de uso del suelo (IUS), estudios biofísicos locales y regionales, y consultas con los productores entrevistados, se definieron los cambios deseables en los usos de la tierra de las fincas ganaderas con el objetivo de favorecer la provisión del SEH a nivel de la microcuenca. Se realizó un análisis de las motivaciones y limitaciones para realizar los cambios deseables mediante entrevistas estructuradas y se analizaron algunas medidas para potenciar las motivaciones y superar las limitaciones. Los resultados indican que existen 10 categorías de usos, entre las cuales predominan los sistemas silvopastoriles (SSP) con una baja densidad arbórea (<30 arb/ha) y la pastura mejorada, con escasas áreas con cobertura arbórea nula. Los cambios deseables para favorecer los SEH buscan aumentar la cobertura arbórea a alta densidad (>30 arb/ha) y cambiar las pasturas naturales por mejoradas. Adicionalmente, se estableció que los bosques y tacotales son elementos importantes por conservar dentro de las fincas, debido a su alta contribución al SEH. Las motivaciones y limitaciones más señaladas por los productores entrevistados para mejorar la provisión del SEH, se relacionan con el sistema económico-productivo de la finca. En contraposición, las motivaciones socio-ambientales fueron menos señaladas. Estos resultados dan indicios de que existiría un mayor interés por parte de los productores hacia la rentabilidad económica que los servicios ambientales de sus sistemas. En cuanto acciones de políticas locales, se consideró que un sistema de incentivos monetarios sería importante para productores de menos de 15 has y menos de 1000 US$ mensuales de ingresos brutos. Otras asistencias económicas, como compra de insumos, serían importantes, especialmente para productores de menos de 25 hectáreas y menos de 4.000US$ mensuales de ingresos brutos. Adicionalmente, es importante reforzar la concienciación ambiental de los productores al considerar que los encargados del manejo de las fincas pueden variar con el tiempo. Los productores más grandes, de 50 ha en adelante e ingresos brutos de más de 3000 US$/año, mostraron mayor frecuencia de respuestas sobre la importancia de que los árboles brinden cierta utilidad, ya sea económica o productiva.

Palabras clave: sistemas ganaderos silvopastoriles, servicios ecosistémicos hídricos, mecanismos de incentivos, escorrentía, infiltración, calidad de agua, índices de uso del suelo.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTEDECENTES

En el último siglo, el consumo del agua a nivel mundial ha crecido de 7 a 9 veces debido al acelerado aumento de la población, la cual se cuadruplicó (UNESCO 2009). Esta situación trae consigo consecuencias importantes respecto de la importancia y el cuidado de los recursos hídricos, hasta el punto de que ONU declaró el acceso al agua en cantidad y calidad como un derecho humano básico fundamental (ONU 2010). Para el ejercicio pleno de este derecho, los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) confieren especial atención a la población rural, pues en estas zonas la población depende en mayor medida de fuentes primarias de agua; por ejemplo pozos, bombas manuales, fuentes o captación de agua de lluvia. En consecuencia, son más vulnerables a su escasez (UNICEF 2013).

Según el IPCC (2014), las zonas rurales son las más afectadas por los efectos del cambio climático, debido a que realizan actividades productivas dependientes de la tierra, de las precipitaciones y la disponibilidad de agua, de la temperatura, humedad, entre otros factores. En este sentido, el cambio radical de los regímenes de temperatura y lluvia traería consigo efectos de sequías, lo que agrava de manera drástica las condiciones y la problemática existente respecto del acceso a los recursos hídricos.

En Centroamérica, la principal fuente de alimentación del ganado son las pasturas, especialmente las extensivas, las cuales provocan un gran impacto en el deterioro de los recursos hídricos de la región (FAO 2013). En esta región, las áreas de bosques se han reducido en un 40% aproximadamente en los últimos 40 años, cifra que coincide con la cantidad de hectáreas de pastura dedicadas a la ganadería durante el mismo periodo (FAO 2012). En la última década, cerca del 75% de las áreas deforestadas en Centroamérica fueron convertidas en pasturas para ganadería (FAO 2011). El modelo de producción ganadera basada en un manejo no sostenible de dichas explotaciones constituye uno de los principales factores que inciden en la deforestación, la erosión, la degradación física del suelo y de los recursos hídricos (Acosta *et al.* 2014). Por lo tanto, un correcto manejo y protección de recursos forestales es un eje fundamental para preservar las fuentes hídricas.

En Nicaragua, durante las últimas tres décadas, la actividad productiva agropecuaria se ha desarrollado de forma desordenada. Extensas áreas de su territorio se incorporaron a dicha actividad, las cuales corresponden al 28,3% del territorio nacional según INAFOR (2011). Este incremento de la actividad agropecuaria, aunado al modelo productivo basado en la alimentación del ganado con pasturas naturales extensivas, se acompañó de prácticas como la quema y la deforestación, sin considerar medidas para favorecer la conservación del agua y prevenir su contaminación. Como resultado, incrementó el deterioro de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas forestales (FAO 2009b).

Según Vammen *et al.* (2012), si bien Nicaragua es el país más privilegiado a nivel de Centroamérica en disponibilidad hídrica (38.668 metros cúbicos por cápita por año), la mantención de las fuentes de agua y el uso del recurso hídrico se realizan de forma inadecuada. Además, el cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias genera una gran contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Adicionalmente, la pérdida de cobertura boscosa causa una excesiva descarga de sedimentos hacia las aguas superficiales, lo que resulta en su eutrofización.

Por otra parte, a nivel del municipio de Matiguás, que pertenece al departamento de Matagalpa (Nicaragua), la producción ganadera es una de las más importantes y contiene el 35% del hato ganadero dentro del departamento (CENAGRO 2012). De acuerdo con Dumazert (2001), en este municipio, especialmente en la microcuenca del Río Bulbul, la degradación y pérdida de cobertura forestal ha afectado la productividad de las fincas ganaderas y ha generado impactos en la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos (INTA 1998; Catie 2001).

Con base a los datos anteriores, se concluye que pese a los impactos negativos sobre los recursos forestales e hídricos de la ganadería, esta sigue en expansión tanto a nivel local como de Centroamérica. Por tanto, la importancia de esta investigación radica en buscar soluciones para que esta actividad económica revierta los impactos negativos sobre los recursos hídricos sin dejar de ser una actividad rentable para los productores locales.

Para realizar el estudio, se recolectó información sobre los usos de la tierra en las fincas ganaderas y se plantearon cambios en la cobertura arbórea y las pasturas para favorecer la provisión de Servicios Ecosistémicos Hídricos (SEH). Mediante la consulta con los productores, se identificaron las motivaciones y limitaciones para ejecutar dichos cambios, y se analizaron algunos incentivos que podrían ser aplicados en el área de estudio.

Los estudios a nivel local o de finca brindan información importante acerca de la adopción de SSP, en particular, para establecer políticas locales que buscan mejorar las producciones agropecuarias y el bienestar de las poblaciones (Doss 2006). Por este motivo, los resultados de este estudio podrían ser una referencia para construir mecanismos similares en otras áreas ganaderas de la zona, con similares condiciones. Los resultados aportarían lineamientos para crear un mecanismo de incentivos basado en las mejoras y adopción de SSP, con el fin de mejorar la provisión de SEH en la microcuenca.

El artículo se organiza de la siguiente forma. La sección 2 presenta el estado del arte de la investigación. La sección 3 presenta la ubicación y descripción del área de estudio. La sección 4 presenta la metodología empleada. La sección 5 presenta los resultados de la investigación y una discusión de estos. La sección 6 presenta las conclusiones y recomendaciones del artículo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La ganadería es una de las actividades con mayores requerimientos de consumo hídrico (Nosetti *et al.* 2002; Ward y Mckague 2007; Ríos *et al.* 2013b). En efecto, este sector es el responsable del 8% del consumo de agua a nivel mundial (Steinfeld *et al.* 2009). Según Hoekstra (2010), se estima que se necesitan 16.000 litros de agua por cada kg de carne producido y 1000 litros por cada litro de leche.

La protección de los bosques está estrechamente relacionada con el cuidado del recurso hídrico. Los bosques funcionan como reguladores del ciclo hidrológico. Según la FAO (2012), el agua se filtra en un suelo más firme a causa de la estructura compleja de raíces que recargan los sistemas acuáticos subterráneos[3]. Además, el follaje, junto con las raíces, brinda protección a los suelos. Sin estas, el suelo pierde su capacidad de almacenar agua, esta se escurre hacia las corrientes, se lleva consigo importantes nutrientes para el suelo y causa erosión[4].

Pese a la importancia de los bosques para el cuidado del agua y la dependencia del sector ganadero hacia este recurso, la ganadería se considera una de las principales causas de la deforestación en Centroamérica (Kaimowitz 1996; Tobar y Ibrahim 2008; Rofe 2011). Además, según la FAO (2012), la superficie forestal de esta región se ha reducido casi 40 % en los últimos 40 años, principalmente a causa de la ganadería. Esta situación acarrea altos costos sociales para la zona, debido a la degradación de las aguas subterráneas y superficiales (Kaimowitz 1996), lo que se suma a una altísima dependencia de los recursos de agua para los sistemas productivos (FAO 2004).

FAO (2009a), Acosta *et al.* (2014) y Hornbeck *et al.* (1993) indican que las actividades de pastoreo intensivo y tala de árboles tienen importantes efectos negativos sobre el rendimiento del ciclo hidrológico. Aunado a lo anterior, Hamilton y King (1983) afirman que, en los pastizales con poca o nula cobertura arbórea, existe riesgo de deslizamientos, debido a que no hay raíces de árboles que brinden estabilidad al suelo en terreros con altas pendientes. Además, se compacta el terreno, lo cual perjudica la capacidad de infiltración de los suelos, incrementa su erosión, aumenta el caudal máximo y descargan sedimentos hacia los cursos de agua.

Existen sistemas ganaderos que pueden brindar beneficios hidrológicos en cuanto a la provisión, regulación y calidad del agua (Jose 2009; Ríos *et al.* 2013a; Willemen *et al.* 2013). Estos representan una importante alternativa que además genera beneficios ecosistémicos, ya que reducen la escorrentía y mejoran la calidad y la cantidad de agua en manantiales, pozos y canales

[3] Este fenómeno se conoce como infiltración, lo cual involucra el mejoramiento de la calidad de las aguas (Breña y Jacobo, 2006).

[4] Este fenómeno se conoce como escorrentía superficial. Provoca la erosión de los suelos por la cantidad de nutrientes que se arrastra durante el proceso (Breña y Jacobo, 2006).

(FAO 2012). Estos sistemas pueden tener importantes funciones tanto productivas como conservacionistas, en donde el componente ganadero puede interactuar con otros componentes de la finca, tal como las pasturas y fragmentos de bosques (Martínez 2003). Adicionalmente, este tipo de configuración brinda importantes servicios ecosistémicos como conservación de la biodiversidad, absorción y almacenamiento de carbono y provisión y regulación del recurso hídrico (Broom et al. 2013).

Pese a los beneficios que brinda la cobertura arbórea al balance hídrico, debe tenerse en cuenta que la cobertura forestal puede competir con el sistema agropecuario por el agua. El recurso hídrico consumido por otras plantas puede reducir la disponibilidad de agua para la producción (Sinclair *et al.* 2000). Es decir, no está claro que el mantenimiento de la cubierta forestal aumente la cantidad absoluta de agua suministrada a las áreas debajo. Esta cifra depende de distintos valores relativos de acuerdo con las condiciones ecológicas y climáticas de un entorno determinado. En tal sentido, se deben considerar en conjunto las especies forestales, actividad productiva y demandas de la población humana (Zhang *et al.* 2007).

A nivel local, especialmente en los trópicos lluviosos, los bosques estabilizan el flujo de agua para reducir diferencias entre estaciones húmeda y seca. Además, pueden estabilizar el suelo para disminuir la carga de sedimentos en los ríos, lo cual se relaciona con el tipo de especies y comunidad vegetal (Zhang *et al.* 2007). Especialmente en paisajes con producción agropecuaria, estas funciones varían mucho entre cultivos, regiones y sistemas productivos. Diversos estudios afirman que los árboles afectan la dinámica del agua al brindar una mayor infiltrabilidad a los suelos y reducir la escorrentía superficial (Young 1997; Eldridge y Freudenberger 2005; Ilstedt *et al.* 2007; Bargués *et al.* 2014).

A escala local, en la región centroamericana, evidencias científicas demuestran que los servicios hídricos en sistemas ganaderos apuntan al efecto de los árboles y los pastos sobre la infiltración (Ríos *et al.* 2013a; Benegas *et al.* 2014), la reducción de la escorrentía superficial (Ríos et al. 2013a) y la calidad del agua (Auquilla 2005; Cárdenas *et al.* 2007).

Ríos *et al.* (2013a) estudió la sub-cuenca del Río Jabonal (Costa Rica) y la microcuenca del río Paiwitas, en Matiguás (Nicaragua). De acuerdo con los resultados, las pasturas nativas sobrepastoreadas presentaron la mayor escorrentía superficial en comparación con el tacotal, la pastura mejorada con árboles y los bancos forrajeros. Por su parte, la infiltración es mayor en los tacotales que los demás sistemas, pero las pasturas arboladas tienen mayor infiltración que las pasturas nativas sobrepastoreadas. De igual manera, Benegas et al. (2008) evaluó la infiltración en sistemas ganaderos sin árboles y con árboles (con mezcla de pasturas naturales y mejoradas) en la cuenca del río Copan (Honduras). Los resultados arrojaron que la pastura con árboles aumenta 3 veces la tasa de infiltración en relación con las pasturas sin árboles.

Diversos estudios afirman que la calidad de agua mejora cuando los árboles protegen los cursos (Dosskey *et al.* 2010). A nivel local, se han encontrado evidencias en las fincas ganaderas con sistemas silvopastoriles. Cárdenas *et al.* (2007) encontró que la calidad del agua es inversamente proporcional al nivel de intervención existente. Los usos del suelo que poseen una franja de bosque ribereño densa y con menos intervención de actividades productivas poseen una mejor calidad de agua[5]. También, la asociación de pasto, vegetación arbustiva y arbórea puede atrapar sedimentos y nutrientes, y generar efectos positivos en la salud de los sistemas hídricos. Por su parte, Auquilla (2005), en la sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica)[6], encontró que la calidad del agua disminuye conforme se reduce la franja de bosque ribereño de las microcuencas y se incrementa el área de pastura y ganadería.

Los SSP poseen importantes ventajas socioeconómicas en comparación con los sistemas convencionales de pasturas extensivas sin cobertura arbórea (Dagang y Nair 2003; Alonso 2011). Tales beneficios son un incremento de la productividad debido a la sombra y al aumento de recursos forrajeros, y la reducción de la dependencia de insumos externos. Además, se reduce la vulnerabilidad del sistema, ya que aumenta la estabilidad de la producción y la diversificación de los ingresos por la leña y los frutos.

A pesar de los numerosos beneficios que traen los SSP, en general, estos presentan bajas tasas de adopción en diversas partes Nicaragua y Centroamérica (Dagang y Nair 2003). Según Pagiola et. al (2007), en algunos casos los productores perciben que la adopción de SSP tendrá baja rentabilidad, especialmente, debido a los costos por establecer pastos que sean compatibles con árboles, bancos forrajeros y cercas vivas. Además, Pattanayak et al (2003) indica que, incluso si las prácticas silvopastoriles son financieramente viables, los altos costos de inversión inicial pueden generar problemas para conseguir créditos para los productores. Por lo tanto, la baja adopción de los SSP puede ser un efecto significativo.

Ibrahim *et al.* (2007) señala que la inversión que requieren los SSP podrían tener un riesgo considerable, ya que estos sistemas exigen no utilizar la pastura y los árboles asociados hasta el establecimiento, lo cual, además, podría ocasionar un sobrepastoreo en las demás áreas de la finca. También, según Alonzo e Ibrahim (2001), los costos de mantenimiento de los SSP superan en aproximadamente 45% los de los sistemas tradicionales.

[5] Parámetros medidos: bioquímica de oxígeno, dureza total, coliformes fecales, fósforo total, nitratos, sólidos suspendidos. oxígeno disuelto, potencial hidrógeno (pH), temperatura y conductividad eléctrica.

[6] Parámetros medidos: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, fósforo, nitratos, potencial hidrógeno (pH), coliformes totales, coliformes fecales, temperatura agua, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, turbiedad, oxígeno disuelto,

Algunos sistemas silvopastoriles pueden ser complejos de establecer o implementar, por lo que la asistencia técnica puede ser necesaria. Según Pattanayak et al., (2003), la poca extensión afecta significativamente la adopción de los SSP hasta en un 90%. Además, si no se tienen ciertos cuidados en las combinaciones de pastura y árboles se pueden generar pérdidas, ya que no todas las especies de pastos son tolerantes a la sombra. Por lo tanto, es importante seleccionar las especies correctas en pastura y árboles para lograr mejorías productivas, debido a la competencia entre las especies leñosas y las herbáceas por la luz, el agua y los nutrientes (Fernández 2006; Villanueva *et al.* 2010; Ayestas 2014).

En general, la adopción de tecnologías silvopastoriles depende de diversos factores. Se pueden clasificar en i) preferencias (relacionadas a nivel de educación, estatus social, edad y genero), ii) dotación de recursos (tenencia de activos, tierra y trabajo), iii) incentivos del mercado, iv) factores biofísicos (la calidad del suelo, la pendiente, el tamaño de la finca), y v) el riesgo asociado a la inversión (Pattanayak et al. 2003).

Adicionalmente, destacan los costos en mano de obra, los recursos disponibles en las fincas (forrajes, especies forestales, etc.) y los objetivos del productor. Este último aspecto se refiere a las razones por las cuales los productores deciden criar ganado. Algunos lo hacen como fuente alternativa de ingresos, otros utilizan la ganadería como un mecanismo de reserva de emergencia o para la supervivencia diaria. Estos objetivos, en parte, determinan su capacidad y voluntad para adoptar tecnologías silvopastoriles (Dagang y Nair 2003).

Por lo anterior, es imprescindible identificar las razones detrás del nivel de adopción de las tecnologías agropecuarias a nivel local –fincas– (Doss 2006). Para ello, se deben identificar las limitaciones de los finqueros para adoptar los sistemas silvopastoriles y generar mejoras en ellos (Dagang y Nair 2003). Más allá de factores externos que puedan influir la adopción de SSP, la percepción de los productores sobre factores que los motivan o los limitan es decisiva a la hora de adoptar y conservar los cambios propuestos (Calle *et al.* 2009).

Es posible utilizar políticas frente a la poca adopción de tecnología agropecuaria –SSP– (Doss 2006), por ejemplo mecanismos de incentivos para los productores. La gama de dichos incentivos va desde enfoques tradicionales, como la donación de árboles y arbustos forrajeros, insumos y subsidios a la mano de obra, hasta pagos directos a los productores, incluyendo sistemas de PSA (Murgueitio 2009). No obstante, para impulsar la adopción de SSP, es fundamental considerar otros aspectos además del económico, ya que en muchos casos pueden existir factores técnicos que influyen en el éxito del mecanismo (Cordero *et al.* 2008).

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se ubica en la microcuenca del rio Bulbul, que a su vez pertenece a la sub-cuenca del rio Matagalpa-Matiguás. La microcuenca abarca el municipio de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua (Marena 2010) (Figura 1).

A nivel del país, Matiguás se encuentra dentro de la segunda zona con menos precipitación (1200-1600 mm/anual promedio). No obstante, sus características biofísicas indican que este municipio se encuentra entre las zonas de recarga hídrica clasificadas como media y alta, con variaciones entre estas dos categorías en todo el municipio y las cuencas cercanas, incluida la del río Bulbul (CENAGRO 2012; Magfor 2013; Whymap 2015).

En este municipio, convergen las zonas con mayor erosión de suelos y las tierras con mayor potencialidad para establecer pastos y sistemas ganaderos. Estos aspectos llevan a considerarla como una de las regiones más aptas[7] para instaurar sistemas silvopastoriles (MAGFOR 2013). Dichos sistemas contribuirían en gran medida a mantener la productividad de la zona sin causar mayores impactos negativos a los recursos naturales.

El municipio de Matiguás y la microcuenca del rio Bulbul también forman parte de la zona de influencia denominada como "Nicacentral" por el Programa Ambiental Mesomericano (MAP) del CATIE.

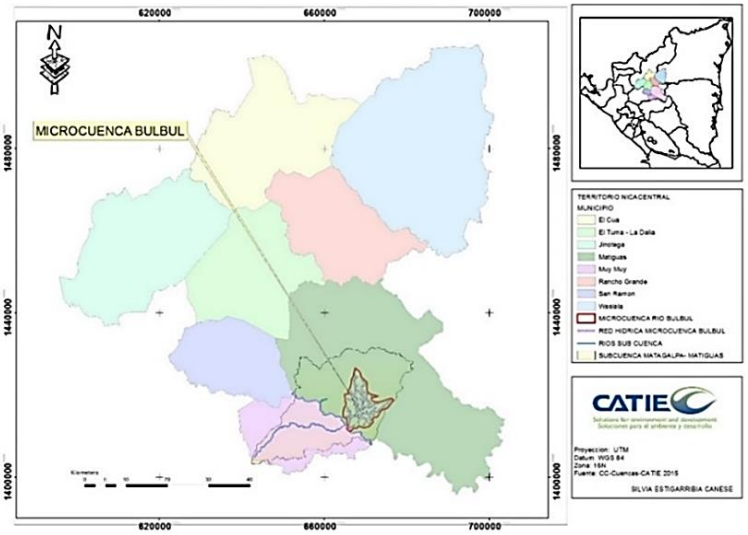


Figura 1 Ubicación del área de estudio. Microcuenca del Río Bulbul, Matiguás

[7] Estimada en función del uso potencial del suelo, el cual se entiende como la utilización más apropiada del suelo considerando los patrones edafoclimáticos (clima y suelo) para obtener los máximos rendimientos con el mínimo deterioro de los recursos naturales (MAGFOR, 2013).

La microcuenca del río Bulbul se encuentra dentro del municipio de Matiguás (INIDE 2005) (Figura 1). La actividad principal de la población es la ganadería (CENAGRO 2012). Por tal razón, se presentan en el cuadro 1 datos socioeconómicos y productivos relevantes de la población de Matiguás.

Cuadro 1 Características socioeconómicas y demográficas del municipio de Matiguás

VARIABLE	DESCRIPCION
Población	De acuerdo con el último censo de población y viviendas (2005), cuenta con 41.127 habitantes (20.742 hombres y 20.385 mujeres). Su densidad poblacional se estima en 26,8 hab/km^2 (INIDE 2005).
Importancia económica y características de la ganadería	La actividad predominante es la ganadería, con 73% del territorio dedicado a esta actividad. En total cuenta con 134.799 cabezas de ganado (Cenagro 2012).
Tamaño de fincas productivas	En el municipio, 40% de los productores tienen menos de 20 manzanas[8], 40% tienen entre 20 a 100 manzanas y 20% estaría por encima de las 100 manzanas (Cenagro 2012).
Nivel de pobreza	El nivel de pobreza en municipio se encuentra categorizado por el INIDE como pobreza severa (el nivel más alto de pobreza), con una incidencia de pobreza extrema de 59,1%[9].
Nivel de desempleo	La tasa de desempleo asciende a 52,8% (INIDE 2005).
Escolaridad / Nivel de analfabetismo	50,9% de los jóvenes que se encuentran en edad escolar (6 a 19 años) no asisten a la escuela. En el área rural este porcentaje aumenta a 58,9%. 45,8% de los habitantes son analfabetos. En el área rural el porcentaje de analfabetismo aumenta a 52,8% (INIDE 2005).
Viviendas	El 27% de las viviendas no son propias (INIDE 2005).
Servicios básicos	60,8% de las familias no tienen acceso al agua potable y 68,7% no cuenta con electricidad (INIDE 2005).

3.2 Marco legal institucional

En Nicaragua existe una Autoridad Nacional del Agua (ANA), que se encarga de regular la gestión integrada de los recursos hídricos a través de la Ley N° 620/2007 y su decreto reglamentario N° 44/2010 (ANA 2015). Para lograr una efectiva descentralización de la gestión en todo el territorio, la ANA crea los Organismos de Cuencas, integrados por Comités de cuencas, sub-cuencas y microcuencas, según como se organice la cuenca (Ley 620 2007). Estos comités se conformarán a medida que la ANA cuente con los recursos suficientes para establecerlos. En el municipio de Matiguás, aún no se ha conformado el comité, por lo que la ANA es el ente responsable de la gestión hídrica en la zona (Ley 620 2007; Ana 2014).

[8] Una manzana equivalente a 6 988,96 m² ó 0,698896 hectáreas.

[9] El método utilizado para la categorización es basado en-Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), donde se miden parámetros como el nivel de hacinamiento, vivienda inadecuada, servicios insuficientes, baja educación, dependencia económica. Para que un individuo sea considerado en situación de pobreza extrema, debe tener dos o más NBI insatisfechas (INIDE 2005).

Por su parte, la ley establece que la ANA deberá promover incentivos y estímulos económicos por servicios ambientales hídricos, así como los mecanismos correspondientes para su cobro y pago. Los incentivos deberán promover acciones para proteger y conservar las fuentes hídricas, mediante la reforestación de las cuencas donde están ubicadas sus propiedades, especialmente en zonas de recarga hídrica. Para tal efecto se creó el Fondo Nacional del Agua, el cual tiene como uno de sus objetivos coadyuvar al financiamiento de programas y actividades de restauración de las cuencas [10] (Ley 620 2007). Con base en lo señalado, aunque a nivel gubernamental no se han establecido mecanismos de incentivos para la zona, es relevante que exista un marco legal para promoverlos, como base fundamental para desarrollar proyectos de incentivos en la zona.

4. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en 4 fases, las cuales que son: i) selección del área de estudio y fincas por estudiar, ii) análisis de información secundaria (mapas de usos del año 2005, análisis del índice de uso del suelo (IUS) e información científica para conocer los cambios deseables iii) fase de campo para establecer la línea base, conocer la percepción de los cambios, las motivaciones y limitaciones de los productores para ejecutar los cambios deseables y iv) análisis y sistematización de información para establecer posibles incentivos que logren superar las limitaciones encontradas para realizar los cambios**.** En el cuadro 2, se presenta una síntesis de la metodología.

[10] Artículos 91, 93, 94 y 95 de la Ley 620/07.

Cuadro 2 Procedimiento metodológico de la investigación

Fase	Principales Actividades
1. Selección del área de estudio y fincas a estudiar	• Selección de criterios para definir el área de estudio, recolección de información del área (mapas y fuentes secundarias) y selección del área de estudio. • Selección de criterios para selección de fincas. • Definición del tamaño de la muestra, distribución de la muestra según tamaño y selección aleatoria de las fincas.
2. Análisis de información secundaria	• Selección de los usos de la tierra por estudiar, según el análisis de la información de los usos existentes en las fincas de la base de datos (año 2005) • Jerarquización de usos por ser estudiados con base en su nivel de contribución al SEH. Se realizó mediante el análisis del aporte de los usos por estudiar según el índice del uso del suelo (IUS) y estudios biofísicos locales y regionales de la contribución de los usos al SEH.
3. Fase de campo	• Levantamiento de la información de los usos de la tierra en las fincas seleccionadas (actualización de la información disponible con el productor). • Entrevista a productores. Consulta sobre las posibilidades de establecer los cambios según los usos con mayor aporte al SEH de la jerarquización así como las motivaciones y limitaciones existentes para implementar los cambios.
4. Análisis de información	• Digitalización de los mapas y establecimiento de la línea de base. • Identificación de las posibilidades de ejecutar los cambios desde la percepción de los productores así como las motivaciones y limitaciones para realizar los cambios propuestos.

4.1 Selección del área de estudio y fincas por estudiar

4.1.1 Criterios y selección del área de estudio

La zona de estudio se seleccionó considerando tres parámetros o criterios:

- **Concentración de actividades ganaderas:** Dentro de la región Nicacentral, el municipio de Matiguás es el que cuenta con mayor concentración y extensión territorial de actividades ganaderas. En este municipio, la carga animal varía entre 0,8 y 1,5 cabezas de ganado por hectárea, cifra que supera al resto de la región (CENAGRO 2012) (anexo 1).

- **Disponibilidad de Agua:** La disponibilidad de agua es un factor clave para elegir el área en la cual priorizar mecanismos que incrementen los SEH, pues estos lugares son más vulnerables a los efectos de la sequía (Thomas 2008). El área seleccionada dentro de Matiguás es una de las zonas con menor precipitación de la región de Nicacentral, la cual varía entre 1300 a 1770 mm anuales[11]. Adicionalmente, en ella se contabilizan menos accesos a fuentes de agua para uso agropecuario de Nicancentral, con menos de 3 fuentes de agua por km^2 (CENAGRO 2012) (anexo 1).

- **Importancia para la recarga hídrica:** El nivel de recarga hídrica es fundamental al elegir áreas donde priorizar mecanismos que incrementen los SEH (Arnold y Allen

[11] Sitio web: http://www.worldclim.org/

1999). Con base en la estructura geológica compleja de los suelos, según la clasificación mundial de Whymap, el área de estudio se clasifica como zona de recarga hídrica alta con un nivel de infiltración entre 100 a 300 mm anuales[12] (Whymap 2015) (anexo 1) .

4.1.2 Criterios para la selección de las fincas

Con base en los recursos humanos, económicos y de tiempo disponibles para el estudio, se consideró apropiado utilizar un tipo de muestreo no probabilístico denominado muestreo discrecional o muestreo por juicios (Lastra 2000)[13]. Su limitante es que las características de las variables de la muestra las determina el investigador, por lo que existe cierta posibilidad de que esta no sea representativa y presente sesgos (Casal y Mateu 2003). A pesar de estas limitaciones, este tipo de análisis genera información valiosa sobre las unidades de la muestra (fincas) para entender su comportamiento a niveles más altos de agregación como la microcuenca (Doss 2006).

Los criterios para selección de las fincas se definieron teniendo en cuenta el tamaño de las fincas en la zona y la calidad de la información disponible (usos diferenciados y georrefenciados según nivel de cobertura arbórea, y tipo de pasturas):

- Fincas con actividades ganaderas que se encuentren dentro del área definida para el estudio.
- Fincas con información geográfica y detallada de los usos ganaderos (mapas georreferenciados).
- Fincas de tamaños que varíen entre 5 a 75 ha, considerando que el 80% de las fincas en Matiguás son menores a 75 has (Cenagro 2012). Este requerimiento evita sesgos relacionados con el tamaño de la finca y su relación con el nivel socioeconómico de los productores (Canal 2006).
- Fincas con usos diversificados entre sistemas convencionales de pastura (sin árboles) y sistemas silvopastoriles (tanto con pasturas naturales como mejoradas).

4.1.3 Tamaños, distribución de la muestra y selección de las fincas a estudiar

Se tomó la base de datos del Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (conocido como GEF Silvopastoril), la cual está constituida por 89 fincas que

[12] Disponible en sitio web: http://www.whymap.org/whymap/EN/Home/whymap_node.html. El programa recoge datos sobre las aguas subterráneas procedentes de fuentes nacionales, regionales y mundiales, y los visualiza en mapas, aplicaciones de mapas web y servicios. Los productos generados proporcionan información sobre la cantidad, la calidad y la vulnerabilidad de los recursos hídricos subterráneos en la tierra y ayudan a comunicar asuntos relacionados con agua subterránea a expertos.

[13] En este tipo de muestreos, los aspectos de los individuos por seleccionar y estudiar se basan en criterios del investigador (Lastra 2000).

cumplen con las características requeridas en los criterios de selección. Se estudiaron 23 fincas[14]. Las fincas analizadas se distribuyeron de forma proporcional a la frecuencia de tamaños de la base de datos (cuadro 3).

Cuadro 3 Distribución de las fincas por tamaño

Área (ha)	***Número de fincas en base de datos***	***Número de fincas estudiadas***
0-10	12	3
10-20	29	7
20-30	17	4
30-40	7	2
40-50	7	2
50-60	7	2
>60 (hasta 75 has)	10	3
Total general	89	23

Para la selección de las fincas, se asignó un número a cada finca de la base de datos y se realizó una selección de forma aleatoria, mediante el programa estadístico INFOSTAT[15] (anexo 2).

4.2 Análisis de información secundaria

4.2.1 Selección de usos por estudiar

Se eligieron los usos dominantes de combinación entre árboles y pasturas de la base de datos del 2005, que representan el 80% de la extensión total de las fincas seleccionadas en la muestra (Anexo 3). Los usos analizados para el presente estudio son combinaciones entre pasturas con y sin árboles (a diferentes densidades de cobertura), las cuales se denominarán "usos ganaderos". La selección de usos se basó en el supuesto de que, actualmente, estarían aún las mismas fincas en el área y que los componentes de los usos ganaderos no variarían, aunque sí varíen sus proporciones.

Las definiciones de los usos ganaderos y otros usos de la tierra se adaptaron de las establecidas por Murgueitio *et al.* (2004). Para efectos prácticos, las categorías de bosques ribereños, bosques secundarios y bosques secundarios intervenidos (que son los existentes en los mapas de la base de datos 2005) serán considerados como una sola categoría denominada "bosques", y se utilizará la definición establecida por la FAO (2010) (Anexo 4).

[14] El número de fincas se definió teniendo en cuenta los recursos disponibles, la disponibilidad y accesibilidad de los productores en campo. Ya que se trata de un muestreo no probabilístico, el número de la muestra fue definido por el investigador.
[15] Sitio web: http://www.infostat.com.ar/

Las combinaciones de los diversos usos serán denominadas: i) pastura natural sin árboles (PNSA), ii) pastura mejorada sin árboles (PMSA), iii) pastura natural con baja densidad de árboles (PNBD), iv) pastura mejorada con baja densidad de árboles (PMBD); v) pastura natural con alta densidad de árboles (PNAD) y pastura mejorada con alta densidad de árboles (PMAD).

4.2.2 Propuesta de jerarquización de los usos ganaderos según su nivel de contribución al servicio ecosistémico hídrico (SEH) de las fincas seleccionadas

Inicialmente, la jerarquización de los usos ganaderos encontrados en la base de datos (2005) se realizó según los índices de usos del suelo (IUS) desarrollados por Alpízar y Madrigal (2005)[16]. Este índice asigna un puntaje específico a cada uno de los usos del suelo según su nivel de contribución al SEH. Los índices van de 0 a 1, siendo 0 el puntaje para los usos que menos aportan y 1 para los que más aportan al SEH (cuadro 4).

Cuadro 4. Índice del servicio ecosistémico hídrico para distintos usos del suelo

Índice de uso del suelo en ganadería		
Tipo de uso	IUS	Comentarios
Pastura degradada	0	Pastura con mala cobertura
Pastura con buena cobertura	0,3	Natural o mejorada. Suelos completamente cubiertos de pasto, sin cobertura arbórea
Pastura con baja densidad de árboles dispersos	0,5	Suelos completamente cubiertos de pasto, natural o mejorada
Pastura con alta densidad de árboles dispersos	0,7	Suelos completamente cubiertos de pasto natural o mejorado
Tacotales	0,8	
Bosques	1	

Fuente: Alpízar y Madrigal (2005).

Se realizó una adaptación de la propuesta original del índice, debido a que no se distinguen los tipos de pastura en los usos ganaderos (no se distinguen usos según pastura natural y pastura mejorada en cada nivel) y no se contempla una cuantificación marginal o exacta del nivel de contribución por cada uso ganadero al SEH.

La adaptación del índice se basó en dos aspectos:

- Usos de la tierra por ser analizados en el estudio.
- Resultados de estudios científicos de usos ganaderos a nivel local y regional de procesos biofísicos sobre los SEH, los cuales se observan en el cuadro 5. La evidencia aquí

[16] Estos índices fueron construidos en el año 2005 a partir de información secundaria, datos de campo y validados posteriormente mediante una reunión de un grupo de 30 expertos internacionales en el tema.

encontrada se utilizó para revalidar la jerarquía ya establecida y reubicar dentro de la jerarquía a aquellos usos según sus tipos de pasturas.

Cuadro 5. Estudios científicos de usos de la tierra y su influencia en el SEH

Servicio hídrico	Criterios	Fuente	Área del estudio
Escorrentía superficial (ES)	El aumento de la cobertura arbórea disminuye % de escorrentía superficial	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás
	El mejoramiento de pasturas disminuye % de escorrentía superficial	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica)
	Bosques y tacotales tienen menor ES en relación con los usos ganaderos	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica)
Tasa de Infiltración (I)	El aumento de la cobertura arbórea aumenta infiltración	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008); Benegas et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica), Cuenca del Río Copan (Honduras)
	El mejoramiento de pasturas aumenta % de infiltración	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica).
	Bosques y tacotales tienen mayor infiltración en relación con los usos ganaderos	Ríos et al (2006); Ríos et al (2008)	Microcuenca del Río Paiwitas, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica).
Calidad de agua (CA)	Presencia de bosques ribereños de protección en zonas ganaderas aumenta la calidad del agua	Cárdenas *et al* (2007); Auquilla (2005)	Microcuenca del río Paiwitas, microcuenca del río Bulbul, Matiguás (Nicaragua). Sub-cuenca del río Jabonal (Costa Rica)
	Sistemas silvopastoriles mejoran la calidad del agua en relación con sistemas sin árboles	Cárdenas *et al* (2007)	Microcuenca del río Paiwitas, microcuenca del río Bulbul, Matiguás (Nicaragua).

Para el estudio, se excluyeron las cercas vivas, debido a que este uso no se contempla en el IUS y no se encontraron evidencias científicas locales de su aporte al SEH.

4.3 Recolección de datos de campo

La recolección de datos de campo tuvo dos fases. Primeramente, se actualizaron los mapas según los usos actuales de la tierra. Luego, se realizó una entrevista a los productores.

4.3.1 Actualización de los mapas de usos

Para la actualización de los mapas en la finca, se mostró al productor el mapa superpuesto sobre imágenes de satélite de alta resolución del año 2011. Se ayudó a los productores a comprender los mapas y a ubicar los potreros mediante la localización de áreas más familiares

como la construcción de la casa, las carreteras aledañas, los cursos de agua (perennes, intermitentes y espejos de agua) que cruzan la finca, los límites de la finca y ubicaciones de coordenadas (tales como el norte, la salida y la puesta del sol).

Mediante esta ubicación, los productores lograron identificar sus áreas de potreros y dieron detalles de los usos de cada una de las zonas. Se buscó conocer, principalmente, los detalles del tipo de pastura y nivel de cobertura arbórea (densidad de árboles por ha). Los detalles brindados por el productor fueron cotejados mediante recorridos en campo y geoposicionamiento de los usos. El cruce de información (satelital y de campo con el productor) permitió actualizar la información de los usos de la tierra al año 2015.

4.3.2 Entrevistas estructuradas

Se realizaron entrevistas estructuradas a 23 productores (ver cuestionario en anexo 5). Su objetivo fue validar la propuesta de los cambios, es decir, verificar que su implementación para mejorar el SEH sería posible en las fincas. Otro objetivo fundamental fue conocer las motivaciones y limitaciones que tendrían los productores para implementar los cambios deseables en las fincas ganaderas (Dagang y Nair 2003; Calle *et al.* 2009).

Adicionalmente, se relevaron datos complementarios como: a) información general de la finca; b) información relacionada con los usos ganaderos; c) costos e ingresos de los productores por actividades ganaderas y otras actividades adicionales en la finca; d) otras actividades productivas alternativas que puedan desarrollarse en lugar de ganadería y e) experiencia en mecanismos de incentivos.

Se realizaron pruebas piloto mediante entrevistas a productores con el fin de evaluar la calidad del cuestionario y realizar los ajustes necesarios. Luego, se realizaron las entrevistas, previo consentimiento informado, mediante la ayuda de un guía local que ayudó a contactar a los productores y facilitó la comunicación con ellos. Las entrevistas tuvieron una duración de 40 minutos a 1 hora.

4.4 Análisis de la información

4.4.1 Establecimiento de la línea base

La actualización de los usos de la tierra representa la línea base (LB) del estudio. Mediante esta (LB), se puede conocer el estado actual de los usos y sus atributos (pasturas y densidades de la cobertura arbórea). Estos datos son relevantes, puesto que inciden directamente en la generación de los SEH (Schosinsky 2006).

La información obtenida en la fase de campo de actualización de los mapas fue digitalizada en el programa de mapas Arc Gis (ESRI INC 2013). Se elaboró una nueva base de datos de las cantidades de hectáreas por cada uso ganadero y, mediante un análisis estadístico descriptivo, se realizó una estimación de la cantidad de hectáreas y el promedio de cada uso ganadero. Esta constituyó la línea de base.

El análisis se complementó con un análisis de conglomerados mediante el programa INFOSTAT[17]. Su finalidad fue identificar grupos de fincas cuyas características dentro de cada uno (tipo de uso ganadero y extensión), fueran lo más homogéneas posible y, entre los grupos, lo más heterogéneas posible (Di Rienzo *et al.* 2008). Mediante este análisis, se pudo verificar cuáles serían los patrones identificados en cada grupo para tener una mejor caracterización de la línea de base según los diferentes tamaños de las fincas estudiadas.

4.4.2 Sistematización y análisis de las motivaciones y limitaciones para implementar los cambios

Se sistematizó la información recabada en las entrevistas sobre las motivaciones y limitaciones señaladas por los productores para realizar los cambios sugeridos. El análisis se realizó mediante el cálculo de los porcentajes de cada barrera en relación con el total de respuestas brindadas por los productores.

La información sobre las motivaciones y las limitaciones proporcionan una base para establecer o recomendar políticas locales de incentivos adecuados para el área y propiciar la adopción de cambios deseables (Pagiola *et al.* 2007; Calle *et al.* 2012; Montagnini *et al.* 2013).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Establecimiento línea de base de los usos de la tierra en las fincas seleccionadas

En la línea de base (figura 2) se observa el total de hectáreas (porcentaje) por usos ganaderos en las fincas de la muestra al año 2015.

[17] Sitio web: http://www.infostat.com.ar/

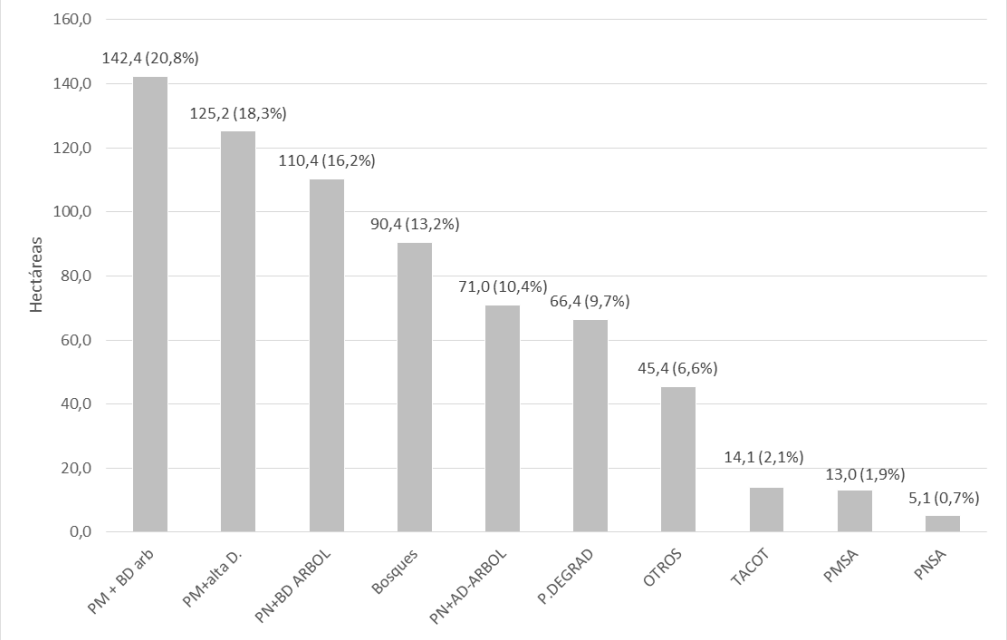


Figura 2. Total de hectáreas y porcentaje de usos ganaderos en las fincas estudiadas

Teniendo como base la extensión total de cada tipo de uso, se pueden observar tres aspectos principales en el total del territorio de la muestra (figura 2):

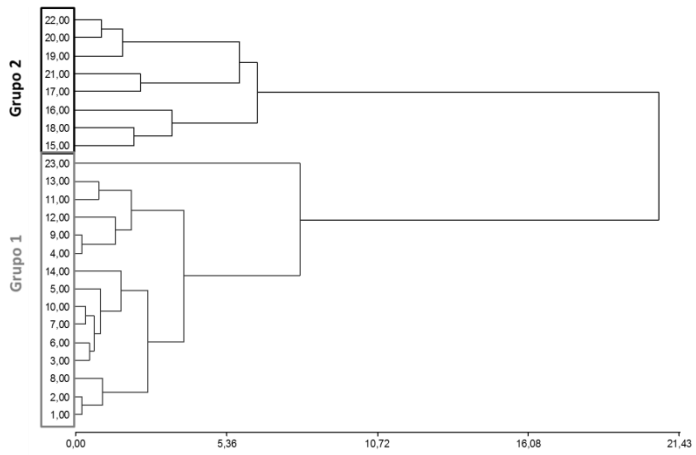
a) Predominan los SSP: se observa mayor predominancia de los SSP (65,7% del total del territorio de la muestra) en comparación con las pasturas sin árboles (12,3% del total del territorio de la muestra)[18].

b) Predomina la baja densidad de árboles: la baja densidad de árboles es predominante en la distribución de las fincas (37% del total del territorio de la muestra) en comparación con la alta densidad de árboles (28,7% del total del territorio de la muestra). Si bien la elección de combinar pastos y árboles representa un aspecto importante en la provisión del SEH, la baja densidad de árboles (<30 arb ha^{-1}) no establece un límite inferior claro, lo que significa que en esta categoría se podrían encontrar muy pocos árboles por hectáreas (p.ej. 5 árboles/Ha). Al respecto, Villanueva *et al.* (2010) indican que los beneficios ambientales pueden ser mayores a partir de 20 o 30 árboles ha^{-1}.

[18] Es importante aclarar que las fincas ya participaron de un Programa de Incentivos durante el año 2004 al 2007 mediante el Proyecto Enfoques Silvopastoriles (Pagliola, 2007). Sin embargo, para saber si la adopción de SSP está ligada a los resultados, deben realizarse estudios sobre el impacto y la sostenibilidad de los resultados del programa.

c) Predomina la pastura mejorada: se observa mayor predominancia de la pastura mejorada (41% del total del territorio de la muestra) en comparación con la pastura natural (27,3% del total del territorio de la muestra). Este resultado puede deberse a la mayor productividad de las pasturas mejoradas respecto de las naturales (Pentón y Blanco 1997).

Complementariamente, se agruparon las fincas (análisis de conglomerado, figura 3) para evaluar si las características señaladas anteriormente se mantienen en todas las fincas o si existen grupos de ellas con distribuciones diferentes. Se observó que, dentro de la muestra, existen dos grandes grupos, con características similares dentro cada uno: i) grupo 1, formado por 15 fincas con extensión promedio de 19,28 has y ii) grupo 2, formado por 8 fincas con extensión promedio de 49,28 has.



		SSP	Sin árboles	Proporción Relativa (G2/G1)
Grupo (G1)	1	9,96	4,50	2,2
Grupo (G2)	2	37,45	2,15	17,4

	BD	AD	Proporción Relativa (G2/G1)
Grupo 1(G1)	5,09	4,86	1,04
Grupo 2(G2)	22,04	15,40	1,43

	PM	PN	Proporción Relativa (G2/G1)
Grupo 1(G1)	6,63	3,94	1,68
Grupo 2(G2)	22,65	15,92	1,42

Figura 3. Análisis de conglomerado de las 23 fincas

Con base en los resultados del análisis (figura 3), se observa en ambos grupos (1 y 2) que las características de la línea base mencionadas inicialmente se mantienen, es decir, predominan los SSP en relación a pasturas sin árboles, la alta densidad en relación a la baja densidad de árboles y las pasturas mejoradas en relación a las pasturas naturales.

Sin embargo, es preciso destacar que la diferencia más fuertemente marcada entre ambos grupos se da entre los SSP y los sistemas sin cobertura arbórea. En el grupo 2, la proporción de los SSP es 17,4 veces superior que las pasturas sin árboles. En contraste, en el grupo 1, la

proporción de los SSP es 2,2 veces superior que las pasturas sin árboles. Esto significa que proporcionalmente las fincas más grandes (con extensión promedio de 49,28 has) son las que tienen mayor aporte de hectáreas de SSP en el conjunto de la muestra, en comparación con las fincas más pequeñas (con extensión promedio de 19,28 has). En cuanto a las demás características (densidad arbórea y tipo de pastura), la diferencia de las proporciones entre grupos no es muy marcada.

Puede observarse que, para el área de estudio, la tendencia de los usos ganaderos es mantener árboles, lo cual diferiría de las tendencias tradicionales de producción ganadera en otras regiones del mundo. Según Pattanayak *et al.* (2003) y Calle *et al.* (2009), en las últimas 3 décadas, la tendencia en diversas zonas fue hacia la baja adopción de tecnologías silvopastoriles o su abandono para establecer sistemas con tecnologías tradicionales (pasturas extensivas), aun cuando los SSP tienen potencial para crear mejores condiciones socio-económicas y generar servicios de los ecosistemas locales.

Para comprender el comportamiento histórico de los cambios en el área, el análisis se complementó con la información de la base de datos del año 2005 (Anexo 3). En general, se destacan los siguientes aspectos:

a) Existe un comportamiento favorable al incluir árboles en sus usos ganaderos, ya que se observa una notoria reducción de los usos ganaderos desprovistos de ellos (pasturas degradadas se redujeron en 38,4%, pasturas naturales sin árboles en 55,3% y pastura mejorada sin árboles 58,7%).
b) Para realizar la combinación de pasturas con árboles, tanto en baja como en alta densidad, los productores prefirieron utilizar pasturas mejoradas y no las naturales. Las pasturas mejoradas con baja densidad aumentaron en 57,8% y las pasturas mejoradas en alta densidad aumentaron en 60,8%. Por su parte, las pasturas nativas con baja densidad de árboles aumentaron en 19,0% y las pasturas nativas con alta densidad de árboles aumentaron en 2,4%. Estas cifras señalan la posibilidad de que las pasturas nativas no tengan el mejor rendimiento productivo en combinaciones con alta densidad de árboles.
c) Se observa una ligera pérdida de áreas boscosas (9,04%), pero un aumento de áreas de tacotales (34,5%).

Con base en el análisis comparativo del año 2005 al 2015, se evidencia una importante adopción de sistemas silvopastoriles, la cual podría estar influenciada por las capacitaciones y concienciaciones efectuadas previamente en el área de estudio por el Proyecto GEF Silvopastoril. No obstante, para realizar tal afirmación, sería necesario analizar el impacto del proyecto en la adopción de SSP y cambios hacia las pasturas mejoradas.

5.2 Determinación, jerarquización y validación de los cambios deseables en los usos ganaderos para mejorar la contribución al SEH

Los resultados de la adaptación de los índices de usos del suelo según su aporte al SEH se muestran en el cuadro 6. Estos índices ordinales establecen una jerarquización de la importancia de cada uso para el SEH. La pastura degradada es el uso ganadero que menos aporta y la pastura mejorada con alta densidad de árboles el que más beneficia al SEH. Por su parte, los tacotales y bosques muestran un aporte importante, por lo que su protección es fundamental para mejorar el SEH.

Cuadro 6. Índice de uso del suelo para los usos de la línea base

Uso (línea base)	IUS_{LB}
Pastura degradada	0
Pastura natural sin árboles	0,2
Pastura mejorada sin árboles	0,3
Pastura natural con baja densidad de árboles	0,4
Pastura mejorada con baja densidad de árboles	0,5
Pastura natural con alta densidad de árboles	0,6
Pastura mejorada con alta densidad de árboles	0,7
Tacotales	0,8
Bosques	1

Adaptado de Alpízar y Madrigal (2005)

Con base en el cuadro anterior, los cambios que deberían ser implementados por los productores para mejorar la contribución al SEH en la microcuenca deben estar orientados a:

i) Mejorar las pasturas.
ii) Incluir árboles en potreros sin árboles.
iii) Aumentar la cobertura a alta densidad.

Si bien el uso del índice representa una herramienta práctica para establecer la jerarquización de los usos más deseables en términos de provisión del SEH, es importante recalcar que IUS no consideran las especies arbóreas y tipos de suelo que pueden influir en la provisión de los SEH, ya que existen especies con consumo de agua elevado que podrían influir negativamente en la disponibilidad de este recurso (FAO 2009a; Cui *et al.* 2012a; Cui *et al.* 2012b). Por su parte, los estudios locales mencionados para ajustar el índice tampoco han investigado a profundidad las

especies locales más favorables para el SEH, pues los efectos sobre el balance hídrico están influenciados por factores como el sustrato geológico y el tipo de suelo (Oyarzún y Huber 1999). Es importante tener en cuenta este aspecto, ya que algunas medidas que se implementen podrían resultar perjudiciales para la recarga hídrica y la disponibilidad de agua.

Por otra parte, las preferencias de los productores respecto de incorporar árboles a sus sistemas o incrementarlos, así como mejorar las pasturas, pueden observarse en el cuadro 7.

Cuadro 7. Respuestas sobre incorporación de cambios establecidos

Uso encontrado en la línea de base	Total productores consultados	Consulta realizada al productor	Sí	No
Pasturas sin árboles (degradada y no degradada)	16	¿Le gustaría incorporar árboles?	100,0%	0,0%
Pasturas sin árboles (degradada y no degradada)	16	¿Incorporaría árboles en alta densidad?	50,0%	50,0%
Pastura con baja densidad de árboles	23	¿Incrementaría los árboles en alta densidad?	47,8%	52,2%
Pastura con alta densidad de árboles	21	¿Desea conservar estos árboles en alta densidad?	61,9%	38,1%
Pastura natural	20	¿Cambiaría su pastura a mejorada?	75,0%	25,0%

Puede observarse que, por lo general, todos los productores aceptan los sistemas silvopastoriles, ya que todos los que tienen usos sin árboles expresaron que sí preferirían incluirlos. Por lo tanto, se puede asumir que ellos sí perciben algunas utilidades de los árboles en las pasturas (cuadro 7).

Sin embargo, es importante resaltar que existe una importante división entre las preferencias sobre la densidad arbórea, ya que:

- De los que tienen pasturas sin árboles, 50% preferiría pasar a alta densidad y 50% preferiría la baja densidad.
- De los productores que tienen baja densidad, el 47,8% preferiría pasar a alta densidad y el 52,2% preferiría mantenerse en la baja densidad. Por consiguiente, se observa una ligera preferencia por la baja densidad, la que coincide con los usos actuales en la línea de base.
- El 61,9% de los productores que tienen pastura con alta densidad preferiría conservarla, valor que reflejaría que están satisfechos con los resultados productivos de sus sistemas. Por su parte, el 38,1% expresó que desearía reducir la cobertura arbórea, lo que indicaría que para estos productores la producción estaría siendo afectada negativamente por la cobertura arbórea.

- Los productores que tenían pastura natural, el 75% expresó su preferencia por la pastura mejorada, lo que estaría asociado al alto rendimiento de las pasturas mejoradas (Peters y Lascano 2003; Holmann *et al.* 2008).

Puede observarse que, si bien los productores perciben beneficios de los SSP, la elección entre baja densidad y alta densidad está aún bastante dividida entre la población. En efecto, del total de los productores, el 52,17% manifestaron tener preferencias por la baja densidad de árboles y el 47,8% por la alta densidad. Esta preferencia se observa también en los usos encontrados en la línea de base.

A partir de los resultados, se determinó que existe viabilidad para realizar los cambios deseables, ya que la mayoría de los productores con usos de alta densidad de cobertura arbórea se mostraron conformes. Además, la mayor parte de todos ellos preferiría adoptar pasturas mejoradas en sus fincas.

5.3 Identificación y análisis de las motivaciones y limitaciones para efectuar los cambios deseables en las fincas seleccionadas

La percepción de los productores sobre factores que los motivan o los limitan es decisiva a la hora de adoptar y conservar los cambios propuestos (Calle *et al.* 2009). Para los cambios deseables identificados (incorporar árboles en las pasturas, incrementar la densidad de árboles y mejorar las pasturas) se identificaron 17 tipos de motivaciones y 16 tipos de limitaciones. Las respuestas a los tres tipos de cambios fueron agrupadas en un solo cuadro, debido a que las respuestas brindadas por los productores tanto en las motivaciones como en los impedimentos para incorporar árboles y para incrementarlos fueron las mismas. Es importante señalar que cada productor pudo aportar más de una respuesta. Todas estas fueron contabilizadas.

A) Motivaciones para realizar los cambios propuestos

Al momento de establecer estrategias para que los productores adopten los cambios deseables, potenciar las motivaciones es un factor clave con el fin de entender el potencial de mejoramiento de los usos ganaderos en las fincas (Dagang y Nair 2003).

Los resultados de las motivaciones se muestran en el cuadro 8. Aquí se pueden observar los porcentajes de cada tipo de motivación según la frecuencia de respuestas aportada por los productores entrevistados.

Cuadro 8. Motivaciones relacionadas a los cambios propuestos

Motivaciones	Total de respuestas	Porcentaje de respuestas
Provisión de leña, madera, postes	25	19,53%
Aumenta la producción de leche y carne	21	16,41%
Provee sombra para el ganado (reduce el estrés)	17	13,28%
Protección contra las sequías	10	7,81%
Ambiente más fresco, mejora el microclima en la finca	10	7,81%
Provisión de forraje para el ganado	9	7,03%
Protección de fuentes de agua	9	7,03%
Mejora la calidad del aire	7	5,47%
Mejora el paisaje en la finca	6	4,69%
El productor disfruta de tener árboles	4	3,13%
Se puede desarrollar apicultura	3	2,34%
Provisión de frutos para autoconsumo	2	1,56%
Provisión de cercas vivas en lugar de cercas muertas	1	0,78%
El terreno se valoriza	1	0,78%
Mejoran las condiciones laborales	1	0,78%
Conservación y aumento de la biodiversidad	1	0,78%
Protección de suelos	1	0,78%
Total	**128**	**100,00%**

Del total de las 128 respuestas brindadas, se observa que las respuestas relacionadas con los aspectos económicos y productivos de la finca fueron las más frecuentes. Entre estas motivaciones se destaca el ingreso adicional que generan los árboles a la finca por madera y leña. En cuanto a este aspecto, existen evidencias en pequeñas fincas ganaderas de doble propósito de Centroamérica, que indican que su rentabilidad puede incrementar hasta un 32% al diversificar la producción con especies forestales de alto valor comercial (Ibrahim *et al.* 2001).

Otra motivación señalada por la mayoría de entrevistados ha sido el aumento de la productividad y la reducción del estrés del ganado. Respecto de este punto, estudios locales de Villanueva *et al.* (2010) indican que el rango del incremento de la producción en los SSP estaría entre 10 a 22%. Por su parte, Ibrahim *et al.* (2007) afirma que el incremento se situaría en un rango entre 15 a 20%.

Es importante destacar que otras motivaciones ambientales (como la protección contra la sequía, fuentes de agua, suelos, aumento y conservación de la biodiversidad), fueron menos señaladas por los productores, pese a que estas mejorarían la calidad de vida del productor y generarían externalidades positivas para la población local. En consecuencia, los factores

ambientales podrían no incidir tanto como los factores económicos y productivos sobre la decisión de los productores para realizar los cambios deseables.

Una motivación poco mencionada es la posibilidad de realizar actividades de apicultura, la cual brinda un ingreso adicional importante a los productores que la efectúan (US$ 530 a US$ 1.750 al año, cifra que representa entre 6 a 25% por encima de sus ingresos por ganadería). En efecto, solo 2 de los 23 productores se dedican a esta actividad. Este vínculo entre la producción apícola y los árboles en las pasturas es importante, ya que los productores indicaron que necesitan mantener árboles en las pasturas para producir la miel.

B) Limitaciones para realizar los cambios propuestos

La adopción o no adopción y mejoramiento de tecnologías silvopastoriles depende en gran medida de los obstáculos que perciben los productores para implementarlas (Dagang y Nair 2003; Pattanayak et al., 2003). En el cuadro 9, se presentan las limitaciones identificadas en las fincas seleccionadas.

Cuadro 9. Limitaciones relacionadas a los cambios propuestos

Limitaciones	Total de respuestas	Porcentaje
Falta de conocimiento técnico sobre posibles combinaciones de pastura y árboles para mejorar la productividad	15	20,00%
Exceso de sombra perjudica a algunos tipos de pasturas	12	16,00%
Pasturas mejoradas tienen altos costos (de establecimiento y mantenimiento)	12	16,00%
Tiempo de espera para utilizar nuevamente la pastura mientras se establecen los árboles	4	5,33%
Algunos árboles no aportan beneficios a la producción (poca sombra, follaje no se consume)	4	5,33%
Algunos árboles perjudican al ganado al comer su follaje (pueden enfermarlos)	4	5,33%
Algunos árboles no aportan beneficios económicos (madera no aprovechable)	4	5,33%
Invasión de propiedad para robar madera, leña, postes	4	5,33%
La compra de plantines de madera de alto valor tiene costos económicos elevados	3	4,00%
Reforestar requiere de mano de obra	3	4,00%
Algunos árboles producen un exceso de follaje que no es aprovechado por el ganado	2	2,67%
Dificultad para conseguir plantines de alto valor económico (la oferta es más limitada)	2	2,67%
El ganado se come los árboles que están en crecimiento	2	2,67%
Mala experiencia al sembrar plantines (pocos se desarrollaron)	2	2,67%
Falta de apoyo económico (dificultad de conseguir préstamos, falta de incentivos)	1	1,33%
Elevada pendiente del terreno dificulta la inversión para sembrar pasturas mejoradas, debido a la erosión del suelo	1	1,33%
Total	**75**	**100,00%**

Al igual que las motivaciones, las limitaciones preponderantes en las 75 respuestas brindadas son aquellas que afectan directamente al sistema económico-productivo de la finca. En ese sentido, las más señaladas se relacionan con la falta de conocimiento técnico para combinar pasturas y árboles y a la vez mejorar la productividad, debido a que el exceso de sombra puede perjudicar la pastura y ocasionar pérdidas económicas al productor.

Holmes y Cowling (1993) señalan que la cantidad de árboles en las pasturas dependerá del nivel de sombra que pueden tolerar los pastos. López *et al.* (2014) ha encontrado que, con más del 30% de sombra, se puede reducir la productividad de las pasturas (dependiendo de las especies) y generar efectos indeseables en el sistema ganadero. En este sentido, según Fernández (2006), la influencia de la sombra sobre el rendimiento de los pastos depende de factores como el tipo de pasto, las características del estrato arbóreo y la forma de medir la intensidad luminosa.

Otro factor que tuvo una alta frecuencia en las respuestas se relaciona con el costo que tienen las pasturas mejoradas, tanto de establecimiento como de mantenimiento. Pattanayak et al., (2003) y Pagiola et. al (2007) indican que, incluso si las prácticas silvopastoriles son financieramente viables, los altos costes de inversión inicial pueden plantear problemas para adoptar nuevas tecnologías de SSP, causar que los productores perciban poca a nula rentabilidad y dificultar la obtención de créditos agropecuarios. En relación con este último punto, una menor cantidad de respuestas de los productores alude a la falta de apoyo económico, debido a la dificultad de adquirir préstamos para invertir en sus sistemas.

En general, se percibe que las limitaciones que enfrentan los productores se relacionan con su aversión al riesgo de adoptar los cambios en las tecnologías silvopastoriles, debido a los altos costos iniciales, la falta de conocimientos sobre las técnicas de asocio de árboles y pasturas para incrementar la productividad y los ingresos económicos que esperarían obtener en el futuro al adoptar cambios o una tecnología silvopastoril (Mercer *et al.* 2014). Por este motivo, las limitaciones técnicas o de implementación podrían ser las más relevantes para resolver los problemas relacionados a la productividad y la inversión de los SSP (Pattanayak *et al.* 2003).

5.3.1 Motivaciones y limitaciones relacionadas a aspectos socioeconómicos (tamaño e ingreso de las fincas)

Las motivaciones y limitaciones para adoptar los cambios propuestos de los SSP brindan importante información para conservar los bienes y servicios ambientales, y orientar políticas de desarrollo rural a nivel local (Doss 2006; Muradian *et al.* 2010); especialmente en zonas como Matiguás, donde los índices de pobreza aún son altos (pobreza extrema 59,1%) (INIDE 2005). En este sentido, a través de un análisis desagregado por tamaño de fincas e ingresos brutos (por producción ganadera de leche y carne), se pueden observar algunas motivaciones y limitaciones que parecieran incidir en la toma de decisión de los productores y que podrían ayudar a generar soluciones diferenciadas para estos (Anexo 6).

a. Factores productivos del sistema ganadero:

- *Los aspectos relacionados con la productividad del sistema fueron señalados por productores de todos los tamaños y niveles de ingresos.*

Un programa de asistencia técnica, que aborde aspectos sobre la productividad del sistema y el asocio de los árboles con la pastura, es importante para superar las limitaciones relacionadas y potenciar las motivaciones de los productores. Según Pattanayak et al., (2003), la poca extensión o asistencia técnica puede afectar significativamente la adopción de tecnologías agropecuarias – SSP – hasta en un 90%. Además, los riesgos percibidos por los productores hacia las nuevas tecnologías de SSP también pueden mitigarse a través de la debida y oportuna extensión.

Con base en las limitaciones y motivaciones encontradas, la asistencia técnica podría incluir los aspectos siguientes:

- Combinaciones de especies particulares de pasturas y árboles que incrementen la productividad.
- Elección y priorización de especies forestales útiles para la producción (provisión de sombra, forrajes).
- Identificación y caracterización de las especies forestales que pueden perjudicar al ganado.
- Especies forestales nativas que favorecen la protección contra las sequías (especies que con menores consumos de agua).
- Establecer y consensuar con el productor las técnicas adecuadas para sembrar pasturas mejoradas en asocio con árboles en pendientes pronunciadas, que eviten la erosión de los suelos.
- Definir claramente los limites superiores de la alta densidad arbórea, para hacerla adecuada a la zona y no afectar la producción ganadera.

Es importante destacar que los costos asociados a un programa de asistencia técnica podrían ser elevados, ya que se requiere de asesoría altamente especializada y cierta disponibilidad financiera para trasladarla hasta los productores (Murgueitio 2009). Adicionalmente, se debe recalcar que si un programa de asistencia no se acompaña de investigaciones, podría fracasar, ya que precisa de información técnica específica y local. En efecto, Murgueitio (2009) destaca que la asistencia técnica es el vínculo entre la investigación, la oferta tecnológica y el trabajo con los productores.

b. Factores económicos de la finca:

- *La falta de incentivos económicos y la dificultad de acceso al crédito fueron las limitaciones más señaladas por productores con de 15 ha e ingresos brutos de menos de 1000 US$/año.*

Podrían analizarse algunos mecanismos que apoyen a los productores económicamente, como el acceso a créditos agropecuarios. Al igual que todo tipo de apoyo financiero, el acceso a créditos presenta ventajas y desventajas. Un punto a favor es que existen estructuras financieras en la zona que podrían desarrollar mecanismos de créditos blandos para pequeños productores[19]. En este sentido, Murgueitio (2009) señala que los créditos son una de las herramientas que podría

[19] Un ejemplo es la Caja Rural Nacional dentro de la Cooperativa de Ahorro y Crédito (CARUNA). Dentro de sus líneas de créditos, existen soportes financieros para pequeños y medianos productores con el fin de mejorar sus niveles de ingresos CARUNA. 2015. Cooperativa de Ahorro y Crédito. Caja Rural Nacional. Nicaragua.

generar mayor impacto y sostenibilidad para la adopción de SSP, además de lograr la masificación de tecnologías silvopastoriles.

Como desventajas, los productores deben asumir deudas, lo cual, sumado a los riesgos que perciben al realizar los cambios, podrían hacer los créditos poco atractivos (Guirkinger y Trivelli 2006). Por su parte, Murgueitio (2009) señala que en América Latina, el sector rural es considerado de mayor riesgo por las instituciones financieras. Por lo tanto, para que un sistema de créditos pueda funcionar, deben superarse limitaciones burocráticas y las condiciones de elegibilidad, casi siempre ausentes para la línea de tecnología silvopastoril.

Otro tipo de incentivo que se podría analizar, para grupos de pequeños productores, serían los pagos por servicios ambientales hídricos (PSEH). Según Muradian *et al.* (2010), aunque este tipo de incentivos son una alternativa útil y eficiente, poseen algunas desventajas de implementación, como el hecho de que no siempre favorecen la equidad (reducción de la pobreza). Pagiola *et al.* (2005) señala que los proveedores del SEH no necesariamente son los más pobres. Por este motivo, tomar en cuenta factores socioeconómicos antes de implementar un PSEH es fundamental para reducir las inequidades en la región.

Es importante también considerar que, cuando se desea establecer mecanismos de incentivos monetarios, la combinación con otros tipos de incentivos (no monetarios) podría ser fundamental para el éxito del mecanismo (Clements *et al.* 2010). Esta dinámica responde al supuesto de que un pago económico aislado podría provocar que los productores lo utilicen para otros fines, que no cuenten con la capacitación técnica para realizar los cambios correctamente, o bien, que no obtengan los insumos necesarios para efectuarlos.

Además, establecer un mecanismo de incentivos económicos implica costos de transacción y fuentes de financiamiento, así como una estructura institucional fuerte para realizar las transacciones y monitorear los cambios. En ese sentido, Clements *et al.* (2010) afirma que los sistemas de pago directos pueden fallar, si no se cuentan con marcos institucionales sólidos y que posean la estructura suficiente para desarrollar las funciones administrativas y de monitoreo de los cambios que conllevan estos sistemas. Por tanto, si bien es destacable que los PSEH pueden aportar importantes soluciones, la estructura necesaria normalmente es compleja y costosa.

- *Los factores económicos de costos (costo de pastura mejorada, costo de reforestación y costo por compra de plantines) fueron los más señalados por productores de menos de 25 ha y con ingresos brutos de menos de 4000 US$/año. Los productores más grandes, de 50 ha en adelante e ingresos brutos de más de 3000 US$/año, mostraron mayor frecuencia de respuesta sobre la importancia de que los árboles brinden cierta utilidad (económica o productiva).*

Una de las estrategias desarrolladas a nivel de Latinoamérica para proyectos de desarrollo ambiental y rural sostenible es la donación de insumos (semillas de pasturas, semillas de cultivos, fertilizantes, herbicidas) y árboles (Murgueitio 2009). Así, la provisión de semillas mejoradas podría ser un factor importante para lograr los cambios deseables y superar las limitaciones asociadas a los costos. En el caso de los pastos, se deben priorizar aquellos que crecen bajo la sombra. Por su parte, las semillas de productos agrícolas deben ser de ciclos cortos para permitir el manejo de las zonas de no uso, debido a actividades de siembra de árboles.

Es preferible que las plantas o semillas de árboles que se faciliten sean de especies que brinden múltiples beneficios al productor; por ejemplo, especies de árboles de maderas de alto valor económico, que a la vez provean alimento de alta calidad para el ganado, soporte para las cercas (cercas vivas) y algunas frutas (Plath et al. 2011). Como ya se mencionó anteriormente, es fundamental que los árboles que se provean sean de especies cuyo consumo hídrico no compita con los componentes del sistema ganadero y generen flujos netos de agua en la microcuenca (Sinclair *et al.* 2000; Zhang *et al.* 2007; Rojas *et al.* 2009).

c. Factores socioambientales:

Los factores socioambientales tuvieron una frecuencia de respuestas constante en todos los tamaños de las fincas.

Aunque se pudo observar una menor frecuencia en las respuestas de los productores acerca de los factores socioambientales (por ejemplo: protección de fuentes de agua, mejora del microclima, provisión de oxigeno), destaca cierta conciencia entre ellos sobre los servicios ecosistémicos que producirían las mejoras tecnológicas propuestas. Esta situación, como ya se señaló anteriormente (sección 5.1), podría relacionarse con los programas de incentivos y concientización previamente desarrollados en el área. Es importante observar que, entre las respuestas más frecuentes, se encuentra la protección contra sequías; la cual puede indicar la importancia que brindan los productores al SEH que producirían los cambios propuestos.

En caso de generarse mecanismos de incentivos, es importante seguir fortaleciendo estas capacidades locales mediante concienciaciones y capacitaciones. Esta iniciativa permitiría

asegurar la sostenibilidad de los sistemas, ya que, con el tiempo, los propietarios y/o encargados de los manejos de las fincas pueden cambiarse.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación analiza la situación de los usos de la tierra en fincas de ganadería y la relación con el SEH, así como los factores que motivan y limitan los cambios para mejorar este servicio. Se pudo evidenciar que, en las fincas seleccionadas para el estudio, predominan los usos de la tierra con baja densidad de árboles (<30 árb/ha), seguidos de la alta densidad de árboles (>30 árb/ha). Además, se observa una menor predominancia de usos sin árboles. Por su parte, la pastura mejorada predomina en relación con la natural.

El uso de la tierra más deseable para mejorar la provisión de SEH en las fincas ganaderas es la pastura mejorada con alta densidad de árboles, mientras que el que menos aporta al SEH es la pastura degradada sin árboles. Esta clasificación se realizó según el índice de uso del suelo IUS para el SEH, el cual fue complementado con estudios biofísicos locales.

Se estableció una línea de base de usos de la tierra de fincas ganaderas, jerarquizados de acuerdo con su contribución a los SEH. En esta, se observa que aún deben promoverse cambios para mejorar los SEH en los sistemas productivos estudiados. Si bien los productores identifican la importancia de la cobertura arbórea en los sistemas ganaderos, tanto para la producción como para la provisión de los servicios ambientales, una importante proporción de ellos aún prefiere mantenerse en las coberturas arbóreas en la baja densidad. Además, consideran que no es conveniente para la productividad del sistema realizar cambios hacia la alta densidad de árboles, debido, principalmente, a los efectos de pérdida de pasturas causados por el exceso de sombra.

Por su parte, las motivaciones y limitaciones más señaladas por los productores para implementar los cambios deseables con el fin de mejorar la provisión de SEH, se relacionan con el sistema económico-productivo de la finca. En contraposición, las motivaciones socioambientales fueron menos señaladas. Esto indicaría que, aparentemente, para implementar cambios en los sistemas ganaderos existe un mayor interés de los productores por la rentabilidad económica que por los servicios ambientales que sus sistemas produzcan.

Las políticas locales de incentivos para realizar los cambios deseables deberían enfocarse en potenciar las motivaciones y superar las limitaciones encontradas. En ese sentido, algunas acciones, tales como la asistencia técnica, podrían abordarse como parte de un mecanismo de incentivos. A su vez, esta no debe relacionarse únicamente a la ganadería, sino también a otras actividades productivas identificadas que podrían ayudar a establecer los cambios deseables.

Un sistema de incentivos monetario podría ayudar a realizar los cambios, principalmente, a pequeños productores (de menos de 15 ha y menos de 1000 US$ de ingresos mensuales brutos), quienes señalaron dificultades por la falta de incentivos económicos y dificultades de acceso a créditos. También, son importantes las asistencias económicas para la compra de insumos (como pasturas mejoradas resistentes a la sombra, árboles de especies maderables de alto valor para reforestación). Otro aspecto relevante es reforzar la concienciación ambiental de los productores, al considerar que los encargados del manejo de las fincas pueden variar con el tiempo.

Considerando que el uso de cercas vivas es una práctica muy utilizada en la región, es importante ampliar los estudios biofísicos locales sobre sus aportes hacia el SEH para incluirlas en este tipo de análisis. Además, es fundamental profundizar los estudios sobre el consumo de agua de las especies que se utilicen en la zona, principalmente, de aquellas no nativas. Con esta medida, se busca prever posibles efectos negativos hacia los SEH y favorecer, efectivamente el balance hídrico en la zona cuando se plantea la reforestación o restauración de áreas desprovistas de árboles.

LITERATURA CITADA

Acosta, A.; Muhammad, I.; Pezo, D. 2014. Lineamiento de políticas para el desarrollo sostenible del sector ganadero. Capítulo II: Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente, 94 p. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3764s.pdf

Alonso, J. 2011. Silvopastoral systems and their contribution to the environment. Cuban J. Agr. Sci 45(2): 107.

Alonzo, Y.; Ibrahim, M. 2001. Potential of silvopastoral system for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. *In* Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. International Symposium on Silvopastoral System. San José, Costa Rica 2001. p. 465-470.

Alpízar, F.; Madrigal, R. 2005. El uso de un índice de usos del suelo como herramienta de pago por servicios ambientales hídricos Turrialba, Costa Rica, CATIE. 11 p.

ANA. 2014. Metodología de conformación de Comités de Cuenca en Nicaragua. Revista Autoridad Nacional del Agua (N° 2): 16-21. Disponible en: http://www.ana.gob.ni/DocumentosSiAGUA/Revista%20ANA%20Edicion%20II.pdf

_____. 2015. Autoridad Nacional del Agua. Consultado 3/01/2016. Disponible en: http://www.ana.gob.ni/

Arnold, J.G.; Allen, P.M. 1999. Automated methods for estimating baseflow and ground water recharge from streamflow records. Journal of the American Water Resources Association 35(2): 411-424.

Auquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica. Msc. en Manejo Integrado de Cuencias Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 123 p. Consultado 26/10/2015. Disponible en: http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0725E/A0725E.PDF

Ayestas, E. 2014. Evaluación de diseños de sistemas silvopastoriles para mejorar la producción ganadera en el corredor seco del municipio de Matiguás, Nicaragua. Msc. en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.

Bargués, A.; Reese, H.; Almaw, A.; Bayala, J.; Malmer, A.; Laudon, H.; Ilstedt, U. 2014. The effect of trees on preferential flow and soil infiltrability in an agroforestry parkland in semiarid Burkina Faso. Water resources research 50(4): 3342-3354.

Benegas, L.; Jiménez, F.; Faustino, J.; Gentes, I. 2008. Vinculación entre el sustento de los agricultores, los árboles y el proceso de agua y suelos en las buenas prácticas de gestión de áreas de captación. Recursos Naturales y Ambiente (55): 129-133.

Benegas, L.; Ilstedt, U.; Roupsard, O.; Jones, J.; Malmer, A. 2014. Effects of trees on infiltrability and preferential flow in two contrasting agroecosystems in Central America. Agriculture, Ecosystems & Environment 183: 185-196.

Breña, A.; Jacobo, M. 2006. Principios y fundamentos de la hidrología superficial Mexico, 287 p.

Broom, D.; Galindo, F.; Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences Vol 280(N 1771).

Calle, A.; Montagnini, F.; Zuluaga, A.F. 2009. Farmers' perceptions of silvopastoral system promotion in Quindío, Colombia. Bois et Forets des Tropiques 300(Num 2): 79-94.

Calle, Z.; Murgueitio, E.; Chará, J. 2012. Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration. Unasylva 63(1): 31-40.

Canal, N. 2006. Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. 121-132.

Cárdenas, A.Y.; Reyes, B.; Ríos, N.; Woo, A.; Ramírez, E.; Ibrahim, M. 2007. Impacto de los sistemas silvopastoriles en la calidad del agua de dos microcuencas ganaderas de Matiguás, Nicaragua. Encuentro: Revista Académica de la Universidad Centroamericana (77): 70-82.

CARUNA. 2015. Cooperativa de Ahorro y Crédito. Caja Rural Nacional. Nicaragua

Casal, J.; Mateu, E. 2003. Tipos de muestreo. Rev. Epidem. Med. Prev 1(1): 3-7.

CATIE. 2001. Ayuda memoria del Primer Taller Regional para el estudio de la linea base de pasturas degradadas Turrialba, Costa Rica,

_____. 2013. Desarrollo rural sostenible en dos territorios climáticamente inteligentes de Centroamérica Turrialba, Costa Rica, 57 p.

CENAGRO. 2012. IV Censo nacional agropecuario: resultados finales Nicaragua, Gobierno de la República de Nicaragua, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

CEPAL. 2007. Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco paises: Nicaragua Nicaragua, CEPAL, BID. 171 p. (International Work-Conference on vulnerability in Disaster Theory and practice) Disponible en: http://www.cepal.org/publicaciones/xml/4/33654/nicaragua_iyii.pdf

CETREX. 2015. Centro de trámites de las exportaciones Nicaragua, Disponible en: http://www.cetrex.gob.ni/website/servicios/princprodu15.html

Clements, T.; John, A.; Nielsen, K.; An, D.; Tan, S.; Milner-Gulland, E. 2010. Payments for biodiversity conservation in the context of weak institutions: Comparison of three programs from Cambodia. Ecological Economics 69(6): 1283-1291.

Cordero, D.; Moreno, A.; Kosmus, M. 2008. Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales Starnfeld, F. ed. Perú, Lima, GTZ/Inwent. 111 p.

Cui, X.; Liu, S.; Wei, X. 2012a. Impacts of forest changes on hydrology: a case study of large watersheds in the upper reaches of Minjiang River watershed in China. Hydrology and Earth System Sciences 16(11): 4279-4290.

_____. 2012b. Impacts of forest changes on hydrology: a case study of large watersheds in the upper reach of Yangtze River Basin. Hydrology and Earth System Sciences Discussions 9: 6507-6531.

Dagang, A.B.; Nair, P. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry systems Vol 59(Num 2): 149-155.

Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, E.; Díaz, M.; Robledo, C.; Balzarini, M. 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias 7 ed. Córdoba, Argentina, Editorial Brujas. 356 p. (Manejo Integrado de Plagas y Agroecología - CATIE)

Doss, C.R. 2006. Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. Agricultural Economics Vol 34(Num 3): 207-219.

Dosskey, M.G.; Vidon, P.; Gurwick, N.P.; Allan, C.J.; Duval, T.P.; Lowrance, R. 2010. The role of riparian vegetation in protecting and improving chemical water quality in streams1.

Dumazert, P. 2001. Regional project on integrated silvopastoral approaches to ecosystem management: Social assessment. Turrialba, Costa Rica, 75 p p.

Eldridge, D.J.; Freudenberger, D. 2005. Ecosystem wicks: woodland trees enhance water infiltration in a fragmented agricultural landscape in eastern Australia. Austral Ecology 30(3): 336-347.

EsriInc. 2013. ARC GIS Version 10.2. Disponible en http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial

FAO. 2004. Impacto de la ganadería en la disponibilidad y la calidad del agua, (Conferencia sobre Agua para Alimentos y Ecosistemas: Para que sea una Realidad. Resumen el caso de la ganadería y el agua.) Disponible en: http://www.fao.org/ag/wfe2005/docs/LEADwater_es.pdf

_____. 2009a. Los Bosques y el Agua (Digital). (Estudio FAO: Montes) (155). Consultado 12 de diciembre de 2014. Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i0410s.pdf

_____. 2009b. Informe sobre el resultado sobre los recurso zoogenéticos de Nicaragua Nicaragua,

_____. 2010. La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Términos y Definiciones (Digital). Roma, Italia, 30 p. (Evaluación de los productos forestales no madereros en América Central. Roma, Departamento Forestal, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Consultado 17 de agosto de 2015. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf

_____. 2011. Policy Brief.

_____. 2012. Ganadería y deforestación, Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector Dirección de Producción y Sanidad Animal (Políticas pecuarias)

_____. 2013. Lineamientos de Política para el Desarrollo Sostenible Ganadero. Hacia un desarrollo ganadero climáticamente inteligente.,

Fernández, L. 2006. Efecto del grado y tipo de arborización en la producción de leche en Camagüey. Cuba, Tesis en opción al grado de Master en pastos y forrajes.

Flores, S.; Barrera, J.; Bastiaensen, J.; Castro, A.; Martínez, S.; Polvorosa, J. 2011. Las cadenas de lácteos y su interacción con la dinámica de género: la experiencia en Matiguás y Muy-Muy en Nicaragua. Cuaderno de Investigación (39). Consultado 25/10/2015. Disponible en: http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan048673.pdf

Guirkinger, C.; Trivelli, C. 2006. Limitado financiamiento formal para la pequena agricultura: solo un problema de falta de oferta. Debate Agrario Vol 40(Num 41): 31-60.

Hamilton, L.S.; King, P.N. 1983. Tropical forested watersheds: hydrologic and soils response to major uses or conversions Boulder, Colorado, USA, Westview Press Boulder.

Hoekstra, A. 2010. The water food print of animal products London, UK, 22-33 p. (The meat crisis: Developing more sustainable production and consumption, Earthscan) Disponible en: http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2010-WaterFootprintAnimalProducts_1.pdf

Holmann, F.; Argel, P.; Pérez, E. 2008. Impact from the Adoption of improved Forages in smallholder farms in Central America.

Holmes, P.; Cowling, R. 1993. Effects of shade on seedling growth, morphology and leaf photosynthesis in six subtropical thicket species from the eastern Cape, South Africa. Forest ecology and management Vol 61(Num 3): 199-220.

Hornbeck, J.; Adams, M.; Corbett, E.; Verry, E.; Lynch, J. 1993. Long-term impacts of forest treatments on water yield: a summary for northeastern USA. Journal of Hydrology 150(2): 323-344.

Ibrahim, M.; Schlonvoiggt, A.; Camargo, C.; Souza, M. 2001. Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. *In* International grassland congress 2001. p. 645-649.

Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 15: 73-87.

Ilstedt, U.; Malmer, A.; Verbeeten, E.; Murdiyarso, D. 2007. The effect of afforestation on water infiltration in the tropics: a systematic review and meta-analysis. Forest ecology and management 251(1): 45-51.

INAFOR. 2011. Sistematización de la Experiencias del inventario Nacional Forestal de Nicaragua 2007–2008, 122 p. (Memoria de ponencias) Disponible en: http://cmsdata.iucn.org.iucn.vm.iway.ch/downloads/ponencias.pdf#page=123

INTA. 1998. Zonificación agrosocioeconómica. Agencia Matiguás. Matiguas, Nicaragua,

IPCC. 2014. Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para resposables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White ed. Calvo, E., Moreno, J. trad. Ginebra, Suiza, Organización Meteorológica Mundial. 34 p. Consultado 16/01/2015. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf

Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. Agroforestry systems 76(1): 1-10.

Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: a policy perspective, Cifor.

Lastra, R.P. 2000. Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. Política y cultura 13: 263-276.

López, M.; Villanueva, C.; Medina, J.M.; Tobar, D.; Louman, B. 2014. Buenas prácticas para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas de América Central (Impreso). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 108 p. (Serie Técnica - Manual técnico N° 120) (120).

Lovell, S.T.; Nathan, C.A.; Olson, M.B.; Mendez, V.E.; Kominami, H.C.; Erickson, D.L.; Morris, K.S.; Morris, W.B. 2010. Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. Agricultural Systems 103(5): 327-341.

MAGFOR. 2013. Uso potencial de la tierra. Compendio de mapas 2da Ed. ed. Managua, Nicaragua, Disponible en: http://www.magfor.gob.ni/descargas/publicaciones/Uso_Tierra.pdf

MARENA. 2001. Informe del Estado Ambiental de Nicaragua Managua, Nicaragua, 147 p.

_____. 2010. Caracterizacion de la cuenca N° 55 Rio Grande de Matagalpa Managua, Nicaragua, 34 p.

Martínez, J. 2003. Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del río Bulbul en Matiguas, Nicaragua. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Mayorga, A. 2004. Diagnóstico participativo Rural. Matiguás y Tola. 1 ed. Nicaragua, Imprimatur Artes Gráficas. 112 p. Disponible en: http://165.98.12.83/308/1/cuaderno_21.pdf

Mercer, E.; Frey, G.; Cubbage, F. 2014. Economics of agroforestery. Handbook of Forest Economics. Earthscan from Routledge.: p. 188-209.

Milder, J.C.; Scherr, S.J.; Bracer, C. 2010. Trends and future potential of payment for ecosystem services to alleviate rural poverty in developing countries. Ecology and Society 15(2): 4.

Montagnini, F.; Ibrahim, M.; Restrepo, E.M. 2013. Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. Bois et Forets des Tropiques 316: 3-16.

Muradian, R.; Corbera, E.; Pascual, U.; Kosoy, N.; May, P.H. 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. Ecological Economics 69(6): 1202-1208.

Murgueitio, E.; Muhammad, I.; Ramírez, E.; Zapata, A.; Mejía, C.; Casasola, F. 2004. Land Use on Cattle Farms. Guide for the Payment of Enviromental Services. Inglés ed. Murgueitio, E. ed. Torres, A. trad. Cali, Colombia, CIPAV, CATIE, UCA Nitlapan. 55 p. (Integrated Silvopastoral Approaches to Ecosystem Managment Project)

Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. Avances en Investigación Agropecuaria 13(1): 3-19.

Nicaragua, G.d. 2007. Ley general de aguas nacionales N° 620 y reglamento de la ley general de aguas nacionales decreto N° 44-2010. Consultado 3/01/2016.

Nosetti, L.; Herrero, M.; Pol, M.; Maldonado May, V.; Iramain, M.; Flores, M. 2002. Cuantificacion y caracterizacion de agua y efluentes en establecimientos lecheros. I. Demanda de agua y manejo de efluentes. InVet 4(1): 37-43. Disponible en: http://www.fvet.uba.ar/publicaciones/archivos/ant/herrero1.pdf

Oyarzún, C.; Huber, A. 1999. Balance hídrico en plantaciones jóvenes de Eucalyptus globulus y Pinus radiata en el sur de Chile. Terra 17(1): 35-44.

Pagiola, S.; Arcenas, A.; Platais, G. 2005. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. World development 33(2): 237-253.

Pagiola, S.; Ramirez, E.; Gobbi, J.; de Haan, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ruíz, J.P. 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. Ecological Economics 64(2): 374-385.

Pattanayak, S.K.; Mercer, D.E.; Sills, E.; Yang, J.-C. 2003. Taking stock of agroforestry adoption studies. Agroforestry systems 57(3): 173-186.

Pentón, G.; Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. Pastos y forrajes (20): 101-109.

Peters, M.; Lascano, C.E. 2003. Forage technology adoption: linking on-station research with participatory methods.

Plath, M.; Mody, K.; Potvin, C.; Dorn, S. 2011. Do multipurpose companion trees affect high value timber trees in a silvopastoral plantation system? Agroforestry systems Vol 81(Num 1): 79-92.

Ríos, N.; Cárdenas, A.Y.; Andrade, H.J.; Ibrahim, M.; Jiménez, F.; Sancho, F.; Ramírez, E.; Reyes, B.; Woo, A. 2013a. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica.

Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible (VII 2012, Brasil) 2013b. Cálculo de la huella hídrica para producir un litro de leche en fincas ganaderas en Jinotega y Matiguás, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, 5 p. Disponible en: http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/bitstream/123456789/228/3/Rios_Calculo.pdf

Rofe, A. 2011. Deforestation: Livestock destroying the living earth.

Rojas, J.; Ibrahim, M.; Andrade, H.J. 2009. Secuestro de carbono y uso de agua en sistemas silvopastoriles con especies maderables nativas en el trópico seco de Costa Rica. Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaría 10(2): 214-223.

Schosinsky, G. 2006. Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Revista Geológica de América Central (34-35).

Sinclair, F.; Eason, B.; Hooker, J. 2000. Understanding and management of interactions. Agroforestry in the UK. Forestry Comission. Bulletin 122: 17-30.

Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; De Haan, C. 2009. La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones, FAO. Disponible en: http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=553605

Swallow, B.M.; Kallesoe, M.F.; Iftikhar, U.A.; van Noordwijk, M.; Bracer, C.; Scherr, S.J.; Raju, K.; Poats, S.V.; Duraiappah, A.K.; Ochieng, B.O. 2009. Compensation and rewards for environmental services in the developing world: framing pan-tropical analysis and comparison. Ecology and Society 14(2): 26.

Thomas, R. 2008. Opportunities to reduce the vulnerability of dryland farmers in Central and West Asia and North Africa to climate change. Agriculture, Ecosystems & Environment 126(1): 36-45.

Tobar, D.; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos en América Central Turrialba, Costa Rica, 40 p. p. (Serie técnica 373)

UNESCO. 2009. Boletín del agua de la UNESCO N° 212: La huella hídrica (en línea). Consultado 2/11/2005. Disponible en: http://www.unesco.org/water/news/newsletter/212_es.shtml#know

UNICEF. 2013. Progress on sanitation and Drinking-Water New York, USA, World Health Organization and UNICEF Consultado 25/10/215. Disponible en: http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPreport2013.pdf

Vammen, K.; Hurtado, I.; Picado, F.; Flores, Y.; Calderón, H.; Delgado, V.; Flores, S.; Caballero, Y.; Jiménez, M.; Sáenz, R. 2012. Diagnóstico del agua en las Américas. Red Interamericana de Academias de Ciencias. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de Sistemas Silvopastoriles. Estudios de Caso en América Central (Impreso). Turrialba, Costa Rica, 79 p. (Serie técnica - Manual técnico N° 95) (95). Consultado 1° de Noviembre de 2014.

Ward, D.; McKague, K. 2007. Water requirements of livestock.

WHYMAP. 2015. Whymap. World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme. Consultado 05/2015. Disponible en: http://www.whymap.org/whymap/EN/Home/whymap_node.html

Wilson, J.; Ludlow, M. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. Forages for Plantation Crops (ed. Shelton, HM and Stur, WW) ACIAR

Proceedings (32): 10-24. Disponible en: http://aciar.gov.au/files/node/304/forages_for_plantation_crops_part_1_11156.pdf#page=16

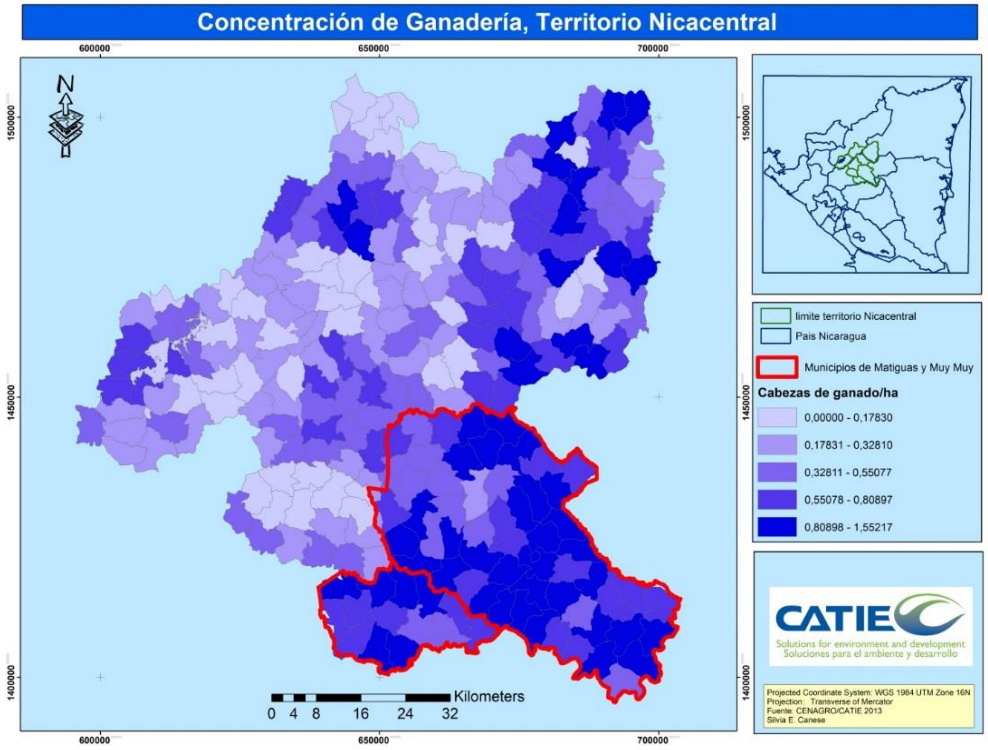
Willemen, L.; Drakou, E.G.; Dunbar, M.B.; Mayaux, P.; Egoh, B.N. 2013. Safeguarding ecosystem services and livelihoods: understanding the impact of conservation strategies on benefit flows to society. Ecosystem Services 4: 95-103.

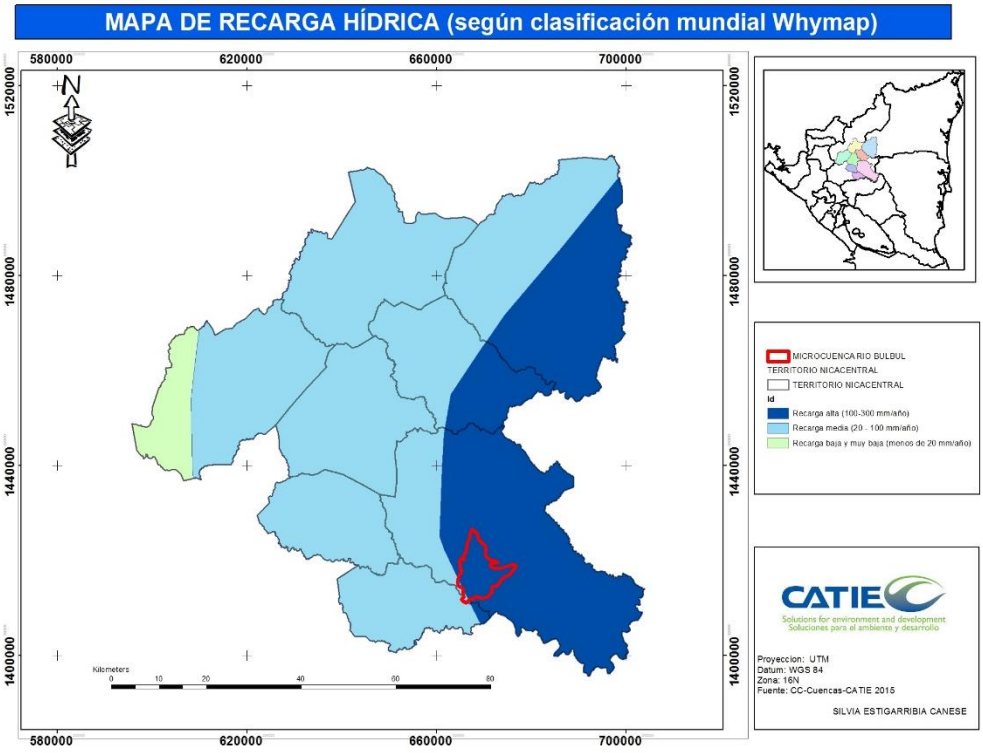
Worldclim. 2015. Global Climate Data. Disponible en: http://www.worldclim.org/

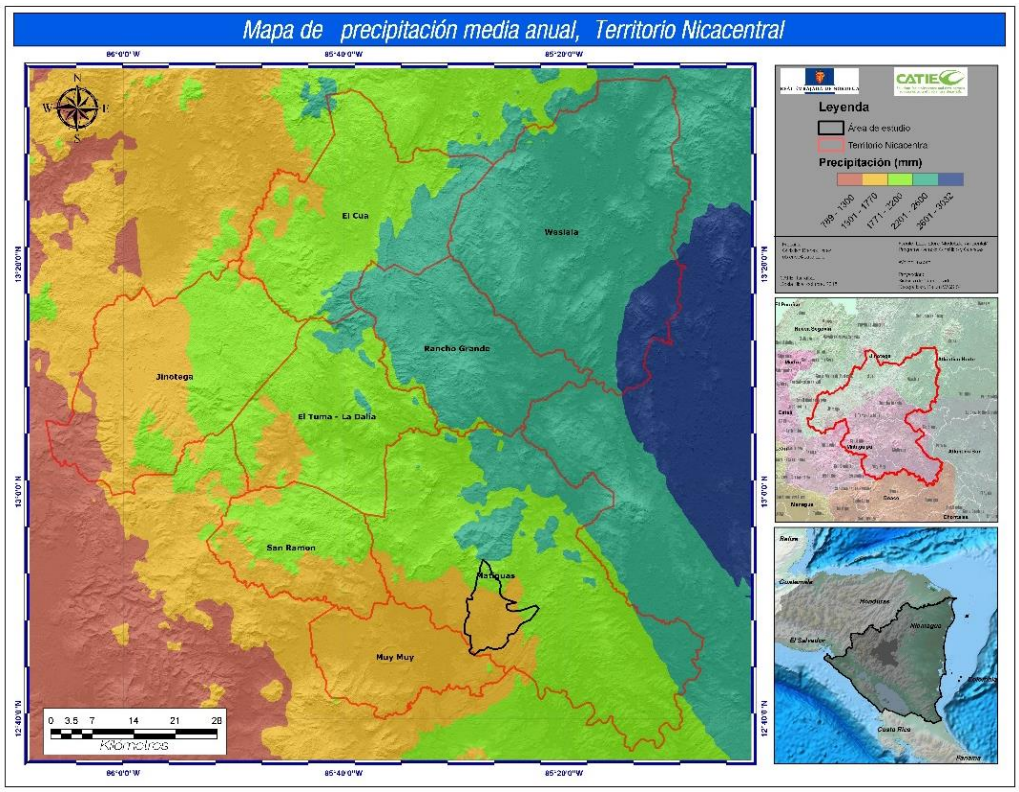
Young, A. 1997. Agroforestry systems for soil management. CAB International. Nairobi, Kenya.

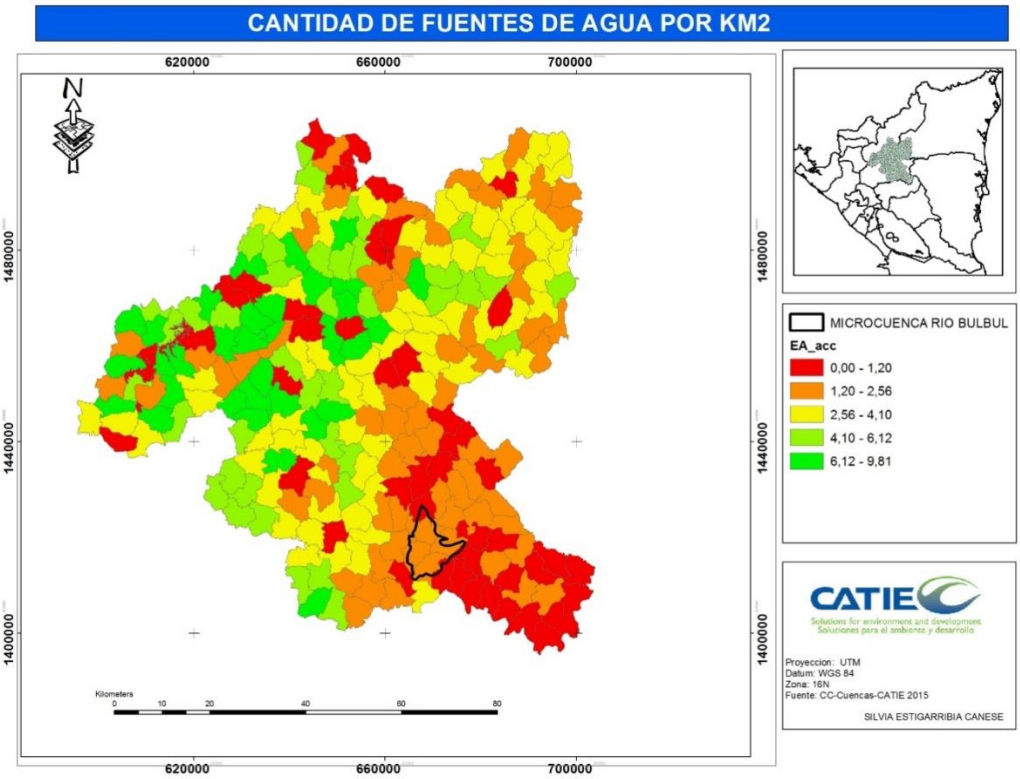
Zhang, W.; Ricketts, T.H.; Kremen, C.; Carney, K.; Swinton, S.M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological Economics Vol 64(Num 2): 253-260.

ANEXO 1: Mapas complementarios de selección del área






Mapa de precipitación media anual, Territorio Nicacentral
Leyenda
Área de estudio
Territorio Nicacentral
Precipitación (mm)
El Cua
Waslala
Rancho Grande
Jinotega
El Tuma - La Dalia
San Ramon
Matiguas
Muy Muy
Kilometros

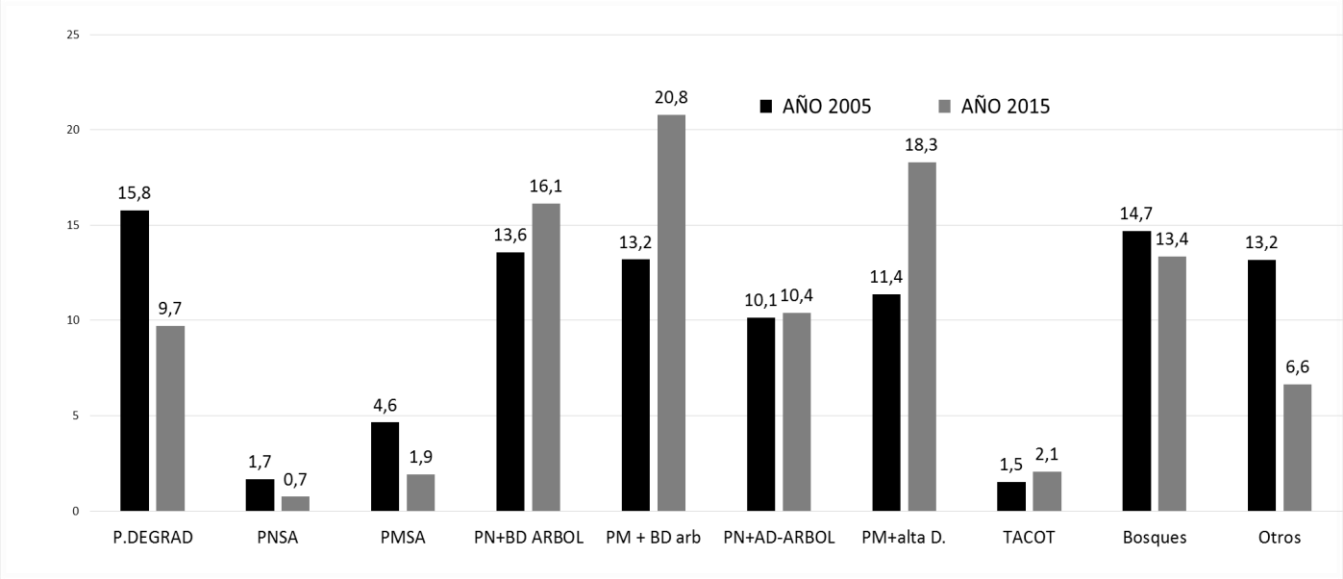

CANTIDAD DE FUENTES DE AGUA POR KM2
MICROCUENCA RIO BULBUL
EA_acc
0,00 - 1,20
1,20 - 2,56
2,56 - 4,10
4,10 - 6,12
6,12 - 9,81
CATIE
Proyeccion: UTM
Datum: WGS 84
Zona: 16N
Fuente: CC-Cuencas-CATIE 2015
SILVIA ESTIGARRIBIA CANESE
Kilometers

ANEXO 2: Base de datos de los 23 productores. Usos ganaderos (has)

N° Productor	Usos 2015										
	P.DEGRAD	PNSA	PN+BD ARBC	PN+AD-ARB(	PMSA	PM + BD arb	PM+alta D.	Bosques	TACOT	OTROS	Total
1	1,2644	0	0	0	0	0,8509	1,7742	1,0211	0	0,5784	5,489
2	0	0	0	0,60641	0	0,82597	0,32919	0,29415	3,13747	3,23454	8,42773
3	0	0	5,11498	2,8675	0	0	0	1,30661	0	0	9,28909
4	0	0	1,006	0,36	1,13	2,164	5,556	0,924	0	0,89	12,03
5	0	0	0,728	6,614	0	0,814	2,096	1,721	0	1,094	13,067
6	1,606	0	3,975	4,098	0,863	0,835	1,379	0,513	0	0	13,269
7	0	0	2,549	1,211	0,479	2,717	1,627	3,203	0	1,482	13,268
8	4,775	0	4,728	0	0	0	0	4,082	0	0	13,585
9	0	0	0	0	0,846	4,187	5,411	0	2,363	1,378	14,185
10	0,395	0	4,309	1,504	0	1,85	3,106	2,461	0	2,28	15,905
11	0	0	0	0	0	9,301	7,537	4,336	0	0,617	21,791
12	0	0,551	0	1,367	2,304	0,803	11,95	1,98	0	4,372	23,327
13	0	0	2,833	0	1,258	12,423	3,489	2,678	0	1,976	24,657
14	0	0,361	9,202	2,011	0	3,174	3,838	6,245	0	1,943	26,774
15	0	0	15,436	1,665	0	13,272	2,862	4,252	0	0,833	38,32
16	0,4	0	1,526	0	0	30,81	0	4,051	0	2,683	39,47
17	0,814	0	1,894	17,101	0	5,54	11,512	3,056	0	0,726	40,643
18	0	0	30,166	3,543	0	4,186	1,418	2,666	0	8,029	50,008
19	0	0,485	7,718	0	1,487	20,92	16,261	5,157	0	0	52,028
20	0,212	0	1,056	5,472	0	18,622	15,902	7,486	0	3,415	52,165
21	5,804	2,729	11,485	19,92	0	0	1,502	12,505	0	6,644	60,589
22	0,919	0	7,548	0,501	4,32	7,038	25,577	9,09	5,995	0,864	61,852
23	50,219	0,96	0	2,191	0,414	2,02	2,048	11,409	2,579	2,318	74,158
Total	66,4084	5,086	110,41398	71,03191	13,101	142,35287	125,17439	90,43686	14,07447	45,35694	683,43682

ANEXO 3: Distribución de usos ganaderos en el año 2005 de las fincas seleccionadas para el estudio

COD_USO_05	COUNT	SUM_HECTAR	PERCENT
P.DEGRAD	42	107,87	15,767
PN+BD ARBOL	39	92,78	13,562
PM + BD arb	42	90,23	13,189
PM+alta D.	46	77,83	11,377
B-RIPARIO	52	71,59	10,465
PN+AD-ARBOL	46	69,37	10,141
BF_gramínea	44	39,81	5,819
PMSA	19	31,74	4,639
BS-INTERVEN	13	23,30	3,405
GB	18	19,75	2,886
PNSA	12	11,37	1,662
BF_diversif	13	10,92	1,596
TACOT	11	10,49	1,533
PME BD	4	10,06	1,470
B.SECUND	3	5,64	0,824
C.PERENNE	14	3,94	0,576
BF+LENOSAS	6	3,56	0,520
Otros	5	1,85	0,271
CFM	5	1,48	0,217
FRUTAL-MC	2	0,43	0,063
CAFÉ+ARBOL	1	0,12	0,018
		684,13	100



	2005		2015			
USO	**HA**	**%**	**HA**	**%**	**% cambio 05-15**	**Factores asociados**
P.DEGRAD	107,868	15,8	66,4	9,7	-38,43	
PNSA	11,367	1,7	5,1	0,7	-55,26	
PMSA	31,738	4,6	13,1	1,9	-58,72	
PN+BD ARBOL	92,782	13,6	110,4	16,1	19,00	
PM + BD arb	90,233	13,2	142,4	20,8	57,76	
PN+AD-ARBOL	69,374	10,1	71,0	10,4	2,39	
PM+alta D.	77,831	11,4	125,2	18,3	60,83	
TACOT	10,491	1,5	14,1	2,1	34,15	
Bosques	100,5	14,7	91,4	13,4	-81,3	
Otros	91,9	13,4	45,4	6,6	-25,1	

ANEXO 4: Definiciones y fotografías de los diversos usos ganaderos de interés para el estudio

Tipo de uso	Siglas	Definición
Pastura Degradada	PD	Pasturas con cobertura de pastos y arbustos inferior al 50%. Mínima presencia de árboles y arbustos. Puede mostrar evidencias de erosión (Murgueitio et al. 2004).
Pastura Natural	PN	Pasturas caracterizadas por ser pastos nativos o naturalizados con baja productividad (Murgueitio et al. 2004).
Pastura Mejorada	PM	Pasturas conteniendo por encima del 70% de cobertura de pastos exóticos altamente vigorosos y productivos (Murgueitio et al. 2004).
Pastura con Baja Densidad de Árboles	PBD	Pasturas con menos de 30 árboles por hectárea, con una DAP promedio de más de 5 cm y altura de más de 2m (Murgueitio et al. 2004).
Pastura con Alta Densidad de Árboles	PAD	Pasturas con más de 30 árboles por hectárea, con una DAP promedio de más de 5 cm y altura de más de 2m (Murgueitio et al. 2004).
Tacotal	T	Vegetación nativa en diferentes etapas de sucesión con árboles con altura menor a 5 m (Murgueitio et al. 2004).
Bosques	B	Tierra con una cubierta de copas (o densidad de masa equivalente) en más del 10 por ciento de la superficie y una extensión superior a 0,5 ha. Los árboles deben poder alcanzar una altura mínima de 5 m en el momento de su madurez in situ (FAO 2010) (FAO, 2010). Esta definición comprende los siguientes tipos de bosques que se encuentran en el área de estudio (Murgueitio et al. 2004).: Bosque Ripario: Vegetación natural en diversos estratos situado cerca de los ríos o cuerpos de agua como corrientes de cualquier tamaño, con una anchura mínima de 4 m. Bosque secundario: Bosque nativo moderadamente manejado en las últimas décadas. La diversidad biológica es alta. El área basal es superior a 10 m2. Los fragmentos de bosque de diferentes tamaños. Bosque secundario intervenido: Bosque nativo que ha sido intervenido en las últimas décadas, ya sea a través de la extracción de alto nivel de la madera, la cosecha de los recursos no madereros, la caza o la tala parcial. El área basal debe ser por encima de 10 m2. Los fragmentos de bosque pueden ser de diferentes tamaños.

Fuente: Elaboración propia con base en Murgueitio *et al.* (2004) y FAO (2010).

Uso ganadero: Pastura Degradada (PD). Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura natural sin árboles (PNSA). Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura natural con baja densidad de árboles (PNBD). Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura natural con alta densidad de árboles (PNAD). Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura mejorada sin árboles (PMSA). Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura mejorada con baja densidad de árboles. Fotografía tomada en fase de campo.

Uso ganadero: Pastura mejorada con alta densidad de árboles (PMAD). Fotografía tomada en fase de campo.

ANEXO 5: Cuestionario de entrevista

No. registro_____
Fecha _____

Buenos días/tardes.

Mi nombre es _____y trabajo para una universidad que se llama CATIE en Costa Rica. Estoy haciendo un trabajo sobre la contribución de los árboles en potreros para el agua en la zona del río Bul Bul, en Matiguás.

Para este estudio, hemos seleccionado algunas fincas en las zonas cercanas al río. Entre ellas, se encuentra la suya. Si no tuviera problemas, me gustaría conocer algunos detalles de la producción ganadera en su finca como la incorporación de árboles en las pasturas y la producción.

También, quiero indicarle que los datos que me pueda brindar serán utilizados exclusivamente con fines académicos, por lo que se mantendrá la confidencialidad con la información recolectada.

Este estudio ayudara a divisar mejor las necesidades de los productores ganaderos de esta zona para realizar prácticas amigables con el ambiente y buscar opciones para apoyar la producción.

¿Sería tan amable de responder una entrevista que dura entre 20 a 25 minutos aproximadamente?

Sí_____, gracias por permitirme hacer la entrevista. **(PASAR A CONSENTIMIENTO INFORMADO)**

No____ **DAR POR TERMINADA LA ENTREVISTA**

A. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Antes de iniciar con la entrevista me gustaría darle a conocer algunos aspectos importantes:

- Su participación en esta entrevista 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 quiere continuar, por favor me lo hace saber.
- La respuesta que nos otorgará será anónima y confidencial. Los datos proveídos serán utilizados en conjunto con otros datos de otras fincas, por lo que no se darán a conocer datos de su finca de forma particular
- Si alguna pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional, por favor no dude en preguntar.
- Se tomarán notas (o fotos) de nuestra entrevista para no perder la información y poder analizarla. Esperamos que esto no le incomode. Si le incomoda, por favor háganoslo saber.

Nada más para confirmar, ¿nos da usted su consentimiento para continuar con la encuesta?

Anotar respuesta: Sí _____ No _____

SECCION 1: INFORMACIÓN GENERAL DE LA FINCA. PREGUNTAS INTRODUCTORIAS

Llenar ficha:

Ubicación (comarca):_____
Propietario: _____
Coordenadas: _____
Tipo de posesión: Propio ____ Arrendado _____ Usufructo_____
Extensión: _____ (manzanas)
Valor/costo de arrendamiento (Córdobas/anual):_____
Tipo de producción: Leche_____ Carne _____ Mixto _____
Cantidad de ganado aprox. en stock mensual: Leche_____ Carne _____ Otro _____
Teléfono de contacto: _____

1.1 ¿Me puede indicar desde hace cuánto tiempo se dedica a la ganadería? (años)

1.2 ¿Considera que los árboles en los potreros brindan beneficios a la producción de leche y/o carne?

Sí____ No____

1.3 ¿Considera que el tener árboles en potreros tiene otros beneficios para su finca (no relacionados a la producción ganadera)?

Sí _____ No_____

Si la respuesta es sí, indicar cuales

Opciones	**Marcar con X (priorizar *)**
Provisión de forraje o alimento para el ganado	
Mejora del microclima – sombra	
Menos estrés para el ganado	
Aumento del peso del ganado	
Mejores condiciones laborales	
Menor exposición a enfermedades del ganado	
Otros (especificar):	

* Marcar el principal

1.4 ¿Considera que los árboles en los potreros brindan beneficios a la población cercana?

a) La población cercana: Sí ____ No _____

Si la respuesta es sí, ¿cuáles?

Opciones posibles	**Marcar con X**
Provisión de frutos	
Provisión de leña	
Servicio sobre el agua	
Mejora sobre el aire (producción de oxígeno)	
Conservación de la biodiversidad	
Fertilidad de las tierras	
Ayuda a evitar o afrontar crisis por sequía en la zona	
Mejora el microclima	
Otros:	

*Priorizar

SECCION 2: INFORMACIÓN DEL USO DE LA TIERRA (FINCA)

Encuestador: Con la información de un proyecto de la universidad CATIE, donde usted participó en el año 2005, realizamos una distribución preliminar de los usos de la tierra de su finca. Nos gustaría mostrarle los datos para que, en conjunto, hagamos una actualización. Este mapa será muy útil para este estudio y podrá serle entregado si lo desea en copia.

(Mostrar mapa con usos de la tierra 2005 y actualizar con ayuda del productor).

Encuestador: (Preferentemente con recorrido)

A continuación, me gustaría hacer un recorrido de la finca con usted para tener una mejor idea del mapa que actualizamos y algunos otros detalles de la producción de ganado.

Obs.: Por cada potrero, preguntar el porqué del cambio en la cobertura arbórea, si es que hubo. Indicar con números de potreros.

Con recorrido o mapa: ¿cuántos años deben esperar para introducir el ganado entre los árboles?

DATOS GENERALES POR USO

Pastura degradada (sin árboles)

Especie de la pastura o forraje: _____

Vida útil (años) _____

Año de establecimiento (edad): _____

Frecuencia de resiembra (meses):_____

Frecuencia de renovación: _____ (años)

Pastura no degradada (sin árboles)

Especie de la pastura o forraje: _____

Vida útil (años) _____

Año de establecimiento (edad): _____

Frecuencia de resiembra (meses): _____

Frecuencia de renovación: _____ (años)

Pastura con Baja Densidad de Árboles (menos de 20 árboles por mz)

Especie de la pastura o forraje: _____

Vida útil (años) _____

Año de establecimiento (edad): _____

Frecuencia de renovación: _____ (años)

Pastura con Alta Densidad de Árboles (más de 20 árboles por mz)

Especie de la pastura o forraje: _____

Vida útil (años) _____

Año de establecimiento (edad): _____

Frecuencia de renovación: _____ (años)

Frecuencia de resiembra: _____ (meses)

Especies de árboles predominantes

Especie	Uso predominante*

*Madera=1, leña=2, Forrajes=3, Frutal=4

SECCION 3: COSTOS E INGRESOS

A - COSTOS POR USO

a) Pastura sin arboles

a.1 ¿Podría indicarme cuál es el costo total aproximado por manzana por establecer la pastura (sin árboles)? (sugerir cantidades si fuese necesario):

Monto (Córdobas)	Monto (Dólares)	Marcar con X
10800 a 13500	400 a 500	
13500 a 16200	500 a 600	
16200 a 18900	600 a 700	
18900 a 21600	700 a 800	
21600 a 24300	800 a 900	
24300 a 29700	900 a 1100	
29700 a 40500	1100 a 1500	
Otro (especificar)		

a.2. El monto anterior, ¿cuáles actividades incluye? (ver cuadro de abajo. Ayudar al productor a estimar costo por actividad).

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (córdobas) por unidad
Preparación del terreno			
Siembra (semillas)			
Material vegetativo			
Fertilización inicial			
Cercado del terreno			
Infraestructura básica (especificar):			
Otros (especificar)			
TOTAL			

a.3 ¿Podría indicarme cuál es el costo anual aproximado de mantener esta área de pastura?

Monto (Córdobas)	Monto (US$)	Marcar con X (poner monto exacto en el rango)
0 -1350	0 -50	
1350 - 2700	50-100	
2700 - 4050	100 – 150	
4050 -5400	150 – 200	
5400 - 8100	200 – 300	
8100 - 10800	300 – 400	
Otro (especificar)		

a.4 El monto anterior, ¿cuáles actividades incluye? (ver cuadro de abajo. Ayudar al productor a estimar costo por actividad).

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo por unidad (córdobas)
Manejo de sombra y limpieza de malezas			
Fertilización de mantenimiento			
Corte del paso			
Reparación de cercas			
Poda de cercas			
Otros (especificar)			
TOTAL			

b) Pastura con baja densidad de árboles (menos de 20 árboles/mz)

b.1 Podría indicarme cuál es el costo total aproximado de establecer la pastura y los árboles en esta área (sugerir cantidades si fuese necesario):

Monto (Córdobas)	**Monto (US$)**	Marcar con X (poner monto exacto en el rango)
0 - 2700	0-100	
2700 - 5400	100-200	
5400 - 6750	200-250	
6750 -8100	250-300	
8100 - 9450	300-350	
9450 - 10800	350-400	
10800 - 13500	450-500	
Otro (especificar)		

b.2. El monto anterior, ¿cuáles actividades incluye? Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (córdobas)
Cercado del terreno:			
Infraestructura básica (especificar):			
Mano de obra			
Otro (especificar)			
Árboles			
Limpieza y preparación del terreno			
Compra o producción de plantas*			
Manejo de regeneración natural (MO para limpieza, plateo, colocación de tutores)			
Fertilización*			
Otros (raleos y podas)			
Pastura			
Compra de semillas de pastos			
Fertilización			
Mano de obra			
Sistema de riego			
Otros (especificar)			

* Cuando el sistema se haya establecido por medio de plantación/reforestación

b.3 ¿Podría indicarme cuál es el costo anual aproximado de <u>mantener</u> esta área de pastura con árboles?

Monto (Córdobas)	Monto (US$)	Marcar con X (poner monto exacto en el rango)
0 - 405	0-15	
405 - 810	15-30	
810 - 2700	30-100	
2700 - 4050	100-150	
4050 - 5400	150-200	
5400 - 8100	200-300	
8100 - 10800	300-400	
Otro (especificar)		

b.4 El monto anterior, ¿cuáles actividades incluye?

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (córdobas)
Protección			
Reparación de cercas			
Control de malezas			
Podas y roleos			
Riego			
Manejo de rebrotes			
Mano de obra			
Otros (especificar)			

c. Pastura con alta densidad de árboles (más de 30 árboles/ha)

Obs.: Cuando el productor tiene en su finca pastura con baja y alta densidad de árboles, pasar directamente al cuadro C2:

c.1 Podría indicarme cuál es el costo total aproximado de establecer la pastura y los árboles en esta área (sugerir cantidades):

Monto (Córdobas)	Monto (US$)	Marcar con X (poner monto exacto en el rango)
0 -2700	0-100	
2700 - 5400	100-200	
5400 - 6750	200-250	
6750 - 8100	250-300	
8100 - 9450	300-350	
9450 - 10800	350-400	
10800 - 13500	450-500	
Otro (especificar)		

c.2. ¿Podría describir qué actividades necesitó realizar para obtener la cantidad de árboles en el potrero?

(Cuando el productor ya tiene pastura con baja densidad de árboles, marcar solo las actividades que se realizan para pasar de menos de 20 árboles por manzana a más de 20)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (córdobas)
Cercado del terreno: Cerca viva Cerca muerta Mano de obra			
Infraestructura básica (especificar): Mano de obra			

Árboles			
Limpieza y preparación del terreno			
Compra o producción de plantas*			
Manejo de regeneración natural (MO para limpieza, plateo, colocación de tutores)			
Fertilización*			
Otros (raleos y podas)			
Pastura			
Compra de semillas de pastos			
Fertilización			
Mano de obra			
Sistema de riego			
Otros (especificar)			

* Cuando el sistema se haya establecido por medio de plantación/reforestación

Si el productor ya tiene pastura con baja densidad de árboles, pasar al cuadro c4.

c.3 ¿Podría indicarme cuál es el costo anual aproximado de mantener esta área de pastura con árboles?

Monto (Córdobas – US$)	Monto (US$)	Marcar con X (poner monto exacto en el rango)
0 - 405	0-15	
405 - 810	15-30	
810- 2700	30-100	
2700 - 4050	100-150	
4050 - 5400	150-200	
5400 - 8100	200-300	
8100 - 10800	300-400	
Otro (especificar)		

c.4 El monto anterior, ¿cuáles actividades incluye?

(Cuando el productor ya tiene pastura con baja densidad de árboles, preguntar por las actividades que se realizan para pasar de menos de 20 árboles por manzana a más de 20)

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (córdobas)
Protección			
Reparación de cercas			
Control de malezas			
Podas y raleos			
Riego			
Manejo de rebrotes			
Mano de obra			
Otros			

d. BOSQUES

d.1 ¿Podría indicarme qué actividades y costos conlleva mantener este bosque?

Actividades	Unidad de medida	Cantidad	Costo (dólares)
Protección (contra invasiones e incendios)			
Control de malezas			
Podas y raleos			
Manejo de rebrotes			
Mano de obra			
Otros			

B. INGRESOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA (TODA LA FINCA)

i. ¿Cuál ha sido el ingreso anual aproximado en los diferentes rubros?

a) Ingreso por venta de leche/año _____
   Año (a partir del establecimiento) _____

b) Ingreso por venta de carne/año_____
   Año (a partir del establecimiento) _____

c) Ingreso por venta de ganado/año_____
   Año (a partir del establecimiento) _____

d) Otros (detallar)

Detalle	Ingreso/año (Córdobas)

Ingresos del Componente Arbóreo

i) ¿Cuál ha sido el ingreso aproximado por año del componente arbóreo de su finca?

a) Venta de madera _____

b) Venta de leña _____

c) Venta de frutos _____

d) Otros (detallar) _____

SECCION 4: FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VARIACIÓN DE LA COBERTURA ARBÓREA Y CAMBIOS EN LA PASTURA. MOTIVACIONES Y LIMITACIONES.

Pasturas (solo para los que tienen pastura natural)

4.1 ¿En los potreros de su finca con PN, usted preferiría cambiar a la mejorada?

Sí _____ No _____

Si respondió sí:

¿Cuáles son los motivos por los cuales no ha realizado el cambio?

_____

Si respondió no:

¿Por qué?

_____

Cobertura arbórea

3.1 En los últimos 10 años, ¿considera que en las áreas de potrero de su finca se ha aumentado o se ha disminuido la cobertura arbórea?

Se ha aumentado _____

Se ha disminuido _____

3.1 ¿Cuáles son los factores que propiciaron este aumento o disminución? ¿Cuál sería el más importante para usted? (marcar con *)

Factores que propiciaron el aumento	**Marcar con X**	**Factores que propiciaron la disminución**	**Marcar con X**
Legislación actual		Necesidad de más espacio para producción	
Incentivos recibidos para el incremento de la cobertura arbórea		Altos costos de mantenimiento por manejo	
Apoyos a nivel técnico		Mayor consumo de agua	
Apoyos en la provisión de plantines para reforestación		Necesidad de radiación solar para mejorar el crecimiento de la pastura	
Mejorías en la producción de leche y carne		Uso de la madera y leña	
Mayor protección en épocas de sequía		No comercialización de frutos	
Sub-productos de los árboles: Frutas			
Sub-productos de los árboles: Madera y leña			
Otros:		Otros:	

A. PASTURA DEGRADADA (SIN ÁRBOLES)

a.1 ¿Esta área está recibiendo actualmente algún manejo específico para mejorar la pastura y la cobertura arbórea?

Sí _____

No _____

Si la respuesta es sí, favor describir el tipo de manejo

_____

_____

a.2 ¿Estaría dispuesto a tener árboles en esta área de potreros para que el ganado pastoree bajo ellos?

Sí _____ (cuáles son los factores que lo motivan) – ver cuadro de abajo

No_____ (cuáles son los factores que lo limitan) – ver cuadro de abajo

Cuando la respuesta de a.2 es SÍ

Factores que motivan	**Marcar con X**	**Prioridad***
Mayor productividad cuando se combina árboles con pasturas		
Sombra para los animales, mayor protección ante el calor		
Producción de Frutos		
Ingresos adicionales por leña y madera		
Está interesado en producir los Servicios ecosistémicos (agua/carbono/biodiversidad)		
Mejora del paisaje		
Otros (completar):		

*Marcar la opción más importante

a.3 ¿Cuál de las siguientes opciones es más factible en su finca para tener árboles en esta área?

Reforestación _____ Regeneración natural _____

¿Por qué? (cuadro de opciones)

Reforestación		**Regeneración Natural**	
Aprovechamiento de madera y leña para comercialización		Más económico (no se deben comprar plantines)	
Aprovechamiento de frutas para comercialización		Requiere de menos mano de obra	
Más rápido crecimiento de especies según elección		Las especies nativas afectan positivamente a la calidad del suelo	
Otros:		Otros:	

a.4 ¿Cuántos árboles aproximadamente por manzana consideraría factible tener en los potreros? (Marcar con X)

Menos de 30 árboles por ha (20 árboles por mz) _____

Más de 30 árboles por ha (20 árboles por mz) _____

Cuando la respuesta de a.3 es NO:

Limitantes	**Marcar con X**	**Prioridad***
Falta de financiamiento para cubrir costos de establecimiento del componente arbóreo (insumos y mano de obra)		
Alto costo asumido por el periodo de espera durante el establecimiento del sistema árboles+pastura		
Falta de incentivos económicos para la producción ganadera con componente arbóreo		
Falta de semillas		
Falta de asistencia (extensión)		
Plagas y enfermedades		
Poco conocimiento sobre producción bajo cobertura arbórea		
Desconocimiento sobre los beneficios del componente arbóreo (menos irrigación, mejora de suelo, productos de los árboles, etc.)		
Largo periodo de espera (no uso de pastura durante el establecimiento y desarrollo inicial de los arboles)		
Percepción de reducción de la producción (la sombra de árboles podría afectar al pasto)		
Otros:		

*Marcar la opción más importante

B. PASTURA NO DEGRADADA (SIN ÁRBOLES)

b.1 ¿Estaría dispuesto a tener árboles en esta área de potreros para que el ganado pastoree bajo los ellos?

Sí _____ (cuáles son los factores que lo motivan) – ver cuadro de abajo

No_____ (cuáles son los factores que lo limitan) – ver cuadro de abajo

Cuando la respuesta de b.1 es SÍ

Factores que motivan	**Marcar con X**	**Prioridad***
Mayor productividad cuando se combina árboles con pasturas		
Sombra para los animales, mayor protección ante el calor		
Producción de Frutos		
Ingresos adicionales por leña y madera		
Está interesado en producir los servicios ecosistémicos (agua/carbono/biodiversidad)		
Mejora del paisaje		
Otros (completar):		

*Marcar la opción más importante

b.2 ¿Cuál de las siguientes opciones es más factible en su finca para tener árboles en esta área?

Reforestación _____ Regeneración natural _____

¿Por qué? (cuadro de opciones) (Marcar la opción más importante con *)

Reforestación		**Regeneración Natural**	
Aprovechamiento de madera y leña para comercialización		Más económico (no se deben comprar plantines)	
Aprovechamiento de frutas para comercialización		Requiere de menos mano de obra	
Más rápido crecimiento de especies según elección		Las especies nativas afectan positivamente a la calidad del suelo	
Otros:		Otros:	

b.3 ¿Cuántos árboles por manzana consideraría factible tener en los potreros? (Marcar con X)

Menos de 20 árboles por mz _____

Más de 20 árboles por mz _____

Cuando la respuesta de b.1 es NO:

Limitantes	Marcar con X	Prioridad*
Falta de financiamiento para cubrir costos de establecimiento del componente arbóreo (insumos y mano de obra)		
Alto costo asumido por el periodo de espera durante el establecimiento del sistema árboles+pastura		
Falta de incentivos económicos para la producción ganadera con componente arbóreo		
Falta de semillas		
Falta de asistencia (extensión)		
Plagas y enfermedades		
Poco conocimiento sobre producción bajo cobertura arbórea		
Desconocimiento sobre los beneficios del componente arbóreo (menos irrigación, mejora de suelo, productos de los árboles, etc.)		
Largo periodo de espera (no uso de pastura durante el establecimiento y desarrollo inicial de los arboles)		
Percepción de reducción de la producción (la sombra de árboles podría afectar al pasto)		
Otros:		

*Marcar la opción más importante

C. PASTURA CON BAJA DENSIDAD DE ÁRBOLES (menos de 30 árboles por ha)

c.1 ¿Estaría dispuesto a aumentar la cobertura arbórea a más de 30 árboles por ha (o más de 20 árboles por ha)?

Sí_____ No_____

Cuando la respuesta es SÍ:

Factores que motivan	Marcar con X	Prioridad*
Mayor productividad cuando se combina árboles con pasturas		
Sombra para los animales, mayor protección ante el calor		
Producción de Frutos		
Ingresos adicionales por leña y madera		
Está interesado en producir los Servicios ecosistémicos (agua/carbono/biodiversidad)		
Mejora del paisaje		
Otros (completar):		

c.2 ¿Cuál de las siguientes opciones es más factible aumentar la cobertura arbórea a más de 30 árboles por ha?

Reforestación _____ Regeneración natural _____

¿Por qué? (cuadro de opciones)

Reforestación		**Regeneración Natural**	
Aprovechamiento de madera y leña para comercialización		Más económico (no se deben comprar plantines)	
Aprovechamiento de frutas para comercialización		Requiere de menos mano de obra	
Más rápido crecimiento de especies según elección		Las especies nativas afectan positivamente a la calidad del suelo	
Otros:		Otros:	

<u>Cuando la respuesta de c.1 es NO:</u>

Limitantes	**Marcar con X**	**Prioridad***
Falta de financiamiento para cubrir costos de establecimiento del componente arbóreo (insumos y mano de obra)		
Alto costo asumido por el periodo de espera durante el establecimiento del sistema árboles + pastura		
Falta de incentivos económicos para la producción ganadera con componente arbóreo		
Falta de semillas		
Falta de asistencia (extensión)		
Plagas y enfermedades		
Poco conocimiento sobre producción bajo cobertura arbórea		
Desconocimiento sobre los beneficios del componente arbóreo (menos irrigación, mejora de suelo, productos de los árboles, etc.)		
Largo periodo de espera (no uso de pastura durante el establecimiento y desarrollo inicial de los arboles)		
Percepción de reducción de la producción (la sombra de árboles podría afectar al pasto)		
Otros:		

D. PASTURA CON ALTA DENSIDAD DE ARBOLES (más de 30 árboles por ha)

d.1 ¿Tiene o ha tenido algunos inconvenientes o limitaciones para mantener la cantidad actual de árboles en estos potreros?

Sí ____ No_____

¿Cuáles?

_____

d.2 ¿Qué medidas se podría implementar para resolver estos inconvenientes o limitaciones?

_____

d.3 ¿Ha pensado en disminuir la cantidad de árboles en los potreros?

Sí_____ ¿por qué? _____

_____

No_____ ¿por qué? _____

Si la respuesta es SÍ:

d.4 ¿Qué necesitaría o qué condiciones pediría para mantener la cantidad de árboles actuales?

Opciones	**Marcar con X**	**Prioridad***
Apoyo técnico		
Apoyo con provisión de insumos		
Compensación monetaria		
Otros:		

E. BOSQUES

e.1 ¿Ha pensado en transformar el área de bosque a potreros?

Sí_____ ¿por qué? _____

_____

No_____ ¿por qué? _____

_____

Si la respuesta es SÍ:

e.2 ¿Que necesitaría o qué condiciones pediría para mantener el bosque?

Opciones	**Marcar con X**	**Prioridad***
Apoyo técnico		
Apoyo con provisión de insumos		
Compensación monetaria		
Otros:		

e.3 ¿Por cuánto tiempo más cree mantener la cantidad de árboles en esta zona?

Tiempo	Marcar con X
3 meses	
6 meses	
1 año	
2 años	
Más tiempo u otro (especificar)	

SECCION 5: ACTIVIDADES ALTERNATIVAS QUE PUEDAN DESARROLLARSE EN LUGAR DE LA GANADERÍA

6.1 ¿Si no tuviera ganado o esta finca, ¿qué cosas haría/sembraría en su lugar?

6.2 ¿Hay más fincas que se dedican a dicha actividad en la zona?

6.3 ¿Cuáles son los motivos por los cuales no se ha dedicado a esa actividad?

1. _____

2._____

3. _____

6.4 ¿Conoce un aproximado de ganancias netas por manzana o por finca (extensión aprox. de la finca) de dicha actividad?

SECCION 6. PARTICIPACIÓN EN MECANISMOS DE INCENTIVOS

7.1 ¿Tiene conocimiento de programas que incentivan a los productores para aumentar o conservar la cobertura forestal en sus fincas?

Sí _____ No_____

Si la respuesta es sí:

7.2 ¿Considera que estos programas de incentivos son útiles y logran realmente su objetivo de conservar y/o aumentar la cobertura arbórea en potreros? ¿Por qué?

Sí _____

No _____

¿Por qué? _____

_____

Si la respuesta es sí:

7.3 ¿Ha existido en la región algún programa de incentivos?

Sí _____ No_____

Si la respuesta es Sí:

7.4 ¿Usted ha participado de dicho programa?

Sí _____ No_____

Ahora ____ En el pasado _____ (aclarar hace cuanto _____ (años))

Si la respuesta anterior es Sí:

7.5 ¿En qué consistió el programa?

Opciones	**Marcar con X**
Incentivo monetario	
Apoyo técnico	
Entrega de insumos	
Provisión de plantines	
Otros (mencionar):	

7.6 Describir el programa de incentivos (pago u otro, monto, periodo de tiempo para cada pago, periodo de tiempo del programa, condiciones).

_____

_____

_____

7.7 ¿Considero que dicho programa fue útil para aumentar y/o conservar la cobertura arbórea?

Conservación _____

Aumento _____

Ambos _____

Ninguno _____

7.8 ¿Consideró que el pago brindado ha sido suficiente?

Sí _____

No _____

Si respondió que NO:

7.9 ¿Cuánto considera que debió ser como mínimo el pago para mayor efectividad en el programa?

_____

7.10 ¿Estaría dispuesto a participar en actividades o iniciativas que le ayuden a tener más árboles en sus potreros?

Sí___ No ____

¿Por qué?

_____
_____

Si la respuesta es sí:

7.11 ¿Cuál cree que es la mejor forma para ayudarle a tener más árboles en sus potreros? (o a conservar los árboles para el caso de pastura con alta densidad de árboles)

Opciones	Marcar con x	Prioridad*
A través de pagos de dinero		
Donación de árboles		
Donación de mano de obra y herramientas		
A través de otros tipos de incentivos como educación, salud, alimentación		
Otros:		

*1 es el más importante

7.13 ¿Cuál organización considera que sería la más apropiada para la administración y coordinación del mecanismo?

7.14 ¿Que compromisos estaría dispuesto a asumir como propietario de la finca y a qué plazo?

ANEXO 6: Cuadro desagregado de motivaciones y limitantes

Ref.: IB = Ingresos brutos (mensual)

Productor	Clasificación	Motivaciones
1	Productiva	Mejora la productividad
5,49 ha	Ambiental	Protección Fuentes de agua
IB: 818 US$	Productiva	Alimento para el ganado
	Ambiental	Mejora el aire (producción de oxígeno)
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Personal/Social	Disfruta de la naturaleza
2	Productiva	Mejora la productividad
8,42 ha	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
IB: 1.244 US$	Personal/Social	Provisión de Frutos
	Ambiental	Protección Fuentes de agua
	Ambiental	Mejora del aire (producción de oxígeno)
	Económica	Valorización del terreno
	Personal/Social	Mejora del paisaje
3	Productiva	Mejora la productividad
9,29 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 921 US$	Personal/Social	Mejora del microclima
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Ambiental	Mejora el aire (producción de oxígeno)
	Personal/Social	Mejora del microclima
	Personal/Social	Mejora del paisaje
	Personal/Social	Disfruta de la naturaleza
4	Productiva	Mejora la productividad
12,03 ha	Personal/Social	Mejora del microclima
IB: 4.061 US$	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Personal/Social	Mejora del paisaje
	Ambiental	Protección Fuentes de agua
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Personal/Social	Provisión de Frutos
	Ambiental	Protección de suelos
5	Productiva	Mejora la productividad
13,07 ha	Ambiental	Mejora del aire (producción de oxígeno)
IB: 2.667 US$	Productiva	Alimento para el ganado
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Ambiental	Protección Fuentes de agua

6	Productiva	Mejora la productividad
13,27 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 2.489 US$	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
7	Productiva	Mejora la productividad
13,27 ha	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
IB: 1.600 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Personal/Social	Mejora del microclima
	Ambiental	Mejora del aire (producción de oxígeno)
8	Productiva	Mejora la productividad
13,59 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 2.536 US$	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
9	Productiva	Mejora la productividad
14,19 ha	Económica	Provisión de leña, madera, postes
IB: 3.768 US$	Productiva	Cercas Vivas
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Personal/Social	Mejora del microclima
10	Productiva	Mejora la productividad
15,90 ha	Económica	Apicultura
IB: 3.988 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Económica	Apicultura
11	Productiva	Mejora la productividad
21,79 ha	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
IB: 4.549 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
12	Productiva	Mejora la productividad
23,32 ha	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
IB: 3.867 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
13	Productiva	Mejora la productividad
24,66 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 5.851 US$	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Económica	Apicultura
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Personal/Social	Mejora del paisaje

14	Productiva	Mejora la productividad
26,77 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 2.919 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Ambiental	Conservación y aumento de la biodiversidad
	Personal/Social	Disfruta de la naturaleza
15	Productiva	Mejora la productividad
38,32 ha	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
IB: 6.933 US$	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
16	Productiva	Mejora la productividad
39,47 ha	Productiva	Alimento para el ganado
IB: 4.000 US$	Personal/Social	Mejora del microclima
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Ambiental	Protección fuentes de agua
17	Productiva	Mejora la productividad
40,64 ha	Personal/Social	Mejora del microclima
IB: 4.400 US$	Personal/Social	Mejores condiciones laborales
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
18	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
50,00 ha	Productiva	Mejora la productividad
IB: 4.800 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Personal/Social	Disfruta de la naturaleza
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Ambiental	Protección de suelos
19	Productiva	Mejora la productividad
52,03 ha	Ambiental	Protección fuentes de agua
IB: 4.000 US$	Productiva	Alimento para el ganado
	Personal/Social	Mejora del microclima
	Productiva	Sombra para el ganado (menos estrés)
	Económica	Provisión de leña, madera, postes
	Ambiental	Protección fuentes de agua
	Ambiental	Mejora del aire (producción de oxígeno)
	Ambiental	Protección de suelos
	Productiva	Protección sequía / atrae lluvia
	Personal/Social	Mejora del microclima
	Personal/Social	Mejora del paisaje

20 52,17 ha IB: 7.422 US$	Económica Productiva Productiva	Provisión de leña, madera, postes Protección sequía / atrae lluvia Sombra para el ganado (menos estrés)
21 60,59 ha IB: 3.407 US$	Productiva Personal/Social Productiva Ambiental Ambiental Económica Personal/Social	Mejora la productividad Mejora del microclima Sombra para el ganado (menos estrés) Protección Fuentes de agua Mejora del aire (producción de oxígeno) Provisión de leña, madera, postes Mejora del paisaje
22 61,85 ha IB: 3.407 US$	Económica	Provisión de leña, madera, postes
23 74,16 ha IB: 5.464 US$	Productiva Económica Económica Ambiental	Mejora la productividad Provisión de leña, madera, postes Provisión de leña, madera, postes Protección fuentes de agua

Productor	Clasificación	Limitantes
1 5,49 ha IB: 818 US$	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
2 8,42 ha IB: 1.244 US$	Productiva Económica Técnica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
3 9,29 ha IB: 921 US$	Productiva Productiva Técnica Económica Productiva Productivas Económica Económica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Excesivo tiempo de espera para usar el área El ganado se come los árboles que están en crecimiento Falta de incentivos económicos Algunos árboles perjudican al ganado Algunos árboles no aportan beneficios productivos Algunos árboles no aportan beneficios económicos Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo

4 12,03 ha IB: 4.061 US$	Productiva Económica Económica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo
5 13,07 ha IB: 2.667 US$	Económica Económica Económica	La compra de plantines de maderas de alto valor tiene costos económicos Reforestar requiere de mano de obra Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo
6 13,27 ha IB: 2.489 US$	Económica Técnica	Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
7 13,27 ha IB: 1.600 US$	Económica	Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo
8 13,59 ha IB: 2.536 US$	Económica Técnica	Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
9 14,19 ha IB: 3.768 US$	Productiva Técnica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
10 15,90 ha IB: 3.988 US$	Económica Técnica	Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)

11 21,79 ha IB: 2.489 US$	Productiva Técnica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
12 23,32 ha IB: 3.867 US$	Productiva Económica	Exceso de sombra perjudica a la pastura Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo
13 24,66 ha IB: 5.851 US$	Productiva Económica Económica Productiva Económica Técnica	Excesivo tiempo de espera para usar el área La compra de plantines de maderas de alto valor tiene costos económicos Reforestar requiere de mano de obra Exceso de sombra perjudica a la pastura Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
14 26,77 ha IB: 2.919 US$	Productiva Productiva Económica Técnica	Algunos árboles perjudican al ganado Exceso de sombra perjudica a la pastura Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
15 38,32 ha IB: 6.933 US$	Personal/Social Productiva Productiva	Invasión de propiedad para robar leña Exceso de sombra perjudica a la pastura Excesivo tiempo de espera para usar el área
16 39,47 ha IB: 4.000 US$	Económica Técnica	Pasturas que resisten la sombra tienen mayor costo Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
17 40,64 ha IB: 4.400 US$	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
18 50,00 ha IB: 4.800 US$	Productiva Económica Técnica	Algunos árboles no aportan beneficios productivos Algunos árboles no aportan beneficios económicos El ganado se come los árboles que están en crecimiento

19	Económica	La compra de plantines de maderas de alto valor tiene costos económicos
52,03 ha	Económica	Reforestar requiere de mano de obra
IB: 4.000 US$	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
20	Productiva	Exceso de sombra perjudica a la pastura
52,17 ha	Productiva	Excesivo tiempo de espera para usar el área
IB: 7.422 US$		
21	Técnica	Mala experiencia al sembrar plantines (pocos crecieron)
60,59 ha	Económica	Dificultad de conseguir plantines de maderas de alto valor económico
IB: 3.407 US$	Personal/Social	Invasión de propiedad para robar leña
	Económica	Dificultad de conseguir plantines de maderas de alto valor económico
	Personal/Social	Invasión de propiedad para robar leña
	Personal/Social	Invasión de propiedad para robar leña
	Técnica	Mala experiencia al sembrar plantines (pocos crecieron)
22	Productiva	Exceso de sombra perjudica a la pastura
61,85 ha	Productiva	Algunos árboles no aportan beneficios productivos
IB: 3.407 US$	Económica	Algunos árboles no aportan beneficios económicos
	Productiva	Exceso de follaje no aprovechado por el ganado
	Productiva	Algunos árboles pueden enfermar al ganado
	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
	Productiva	Exceso de sombra perjudica a la pastura
	Productiva	Algunos árboles no aportan beneficios productivos
	Económica	Algunos árboles no aportan beneficios económicos
	Productiva	Exceso de follaje no aprovechado por el ganado
		Elevada pendiente del terreno dificulta la inversión de pasturas mejoradas
	Productiva	Algunos árboles pueden enfermar al ganado
	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
23	Técnica	Falta de conocimiento sobre posibles combinaciones (pasto+árboles)
74,16 ha		
IB: 5.464 US$		