

2. CAPITULO 1. PLANIFICACIÓN DE FINCAS BASADA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO JESÚS MARÍA, COSTA RICA

Malena Torres Ulloa³, Diego Tobar⁴,
Claudia Sepúlveda⁵, Cristóbal Villanueva⁶

Resumen

La herramienta "planificación de fincas" permite visualizar las condiciones actuales de los sistemas de producción y contrastarlas con las condiciones esperadas en el futuro. En el presente trabajo se elaboró planes de fincas en sistemas ganaderos de carne y de doble propósito con el fin de conocer el tipo de actividades planificadas por los productores, el flujo neto actual de las actividades ganaderas de la finca y la incorporación de alternativas silvopastoriles. Además se estimó el carbono almacenado en árboles en potreros, bosques ribereños, bosques secundarios y plantaciones forestales de las fincas. Las principales actividades a las que se orientaron ambos sistemas de producción fueron obras de infraestructura y alternativas para la alimentación del ganado.

En el análisis financiero realizado, en la finca de producción de carne el flujo actual presenta una rentabilidad de US\$ 1 139,4, mientras que, al segundo año de implementación del banco de forraje la rentabilidad se incrementa a US\$ 3 043,4, por otra parte, en la finca doble propósito estos valores son de US\$ 323,66 y US\$ 1 567,45 respectivamente..

Además se realizó la estimación del carbono almacenado actualmente y el valor de carbono a futuro en las veinte fincas. Los resultados muestran que el valor de carbono almacenado en el año 2013 para las veinte fincas es de 19 402,63 t y que para el 2018 este valor se incrementaría a 20 292,3 t/C y que el CO₂e removido para el 2018 sería igual a 74 472,24 t. .

Se concluye que la herramienta de planificación de fincas es una estrategia que permite a los productores plantear una ruta para mejorar sus sistemas de producción mediante la visualización de las condiciones deseadas a futuro. Con esta información es posible estimar los costos que implican las actividades y su impacto en las ganancias o rentabilidad y además la contribución ambiental que dichas actividades generan ya que estos datos son de utilidad como línea base para futuros trabajos relacionados con el tema, el análisis de carbono a nivel de paisaje y el diseño de planes de finca con mayor potencial como sumideros de carbono

Palabras clave: Almacenamiento de carbono; diseño agroforestal; flujo neto

³Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: atorres@catie.ac.cr

⁴Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente (GAMMA), Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: dtobar@catie.ac.cr

⁵GAMMA, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: csepulveda@catie.ac.cr

⁶GAMMA, Turrialba, Costa Rica. Correo electrónico: cvillanueva@catie.ac.cr

Abstract

The "whole farm planning" tool allows you to view the current conditions of production systems and contrast them with the conditions expected in the future. In this thesis, the whole farm plans were developed in beef cattle systems and dual purpose cattle system to know the type of activities planned by the producers; the net current flow and the establishment of silvopastoral incorporating alternatives. Furthermore, Carbon stored in trees, in pastures, riparian forests, secondary forests and forest plantations farms was estimated. The main activities that both beef cattle systems and dual purpose cattle system were oriented are infrastructure and livestock's feed alternatives. The profit margin of the future net cash flow (third year of implementation of the fodder bank) was higher compared to the current flow in both systems.

The net flow analysis for the current and future situation with the implementation of the plan was obtained on the grounds of the current meat production flow has a return of \$ 1 139.4 , while the second year of implementation it increases to \$ 3 043,4. Moreover, the dual purpose farm these values are US\$ 323,66 and US\$ 1 567,45 respectively.

Furthermore, because in the farm plans no changes in land use is proposed, the calculation of actual carbon and five years performed with the same areas. The results show that the value of carbon stored in 2013 for twenty farms is 19 402.63 2018 t C and that this value would increase to 20 292,3 t / C and the CO₂e by 2018 would be 472.24 74 t.

We conclude that farm planning tool is a strategy that allows producers to raise a path to improve their production systems by visualizing the desired future conditions. With this information it is possible to estimate the costs involved in the activities and their impact on earnings or profitability and also the environmental contribution that these activities generate as these data are useful as a baseline for future work on the topic, analysis of landscape-level carbon and designing farm plans with the greatest potential as carbon sinks

Keywords: Agroforestry design; carbon storage, net flow

2.1. Introducción

La actividad ganadera es considerada como la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero y causante de la reducción del área de bosque. En la actualidad, debido a esta problemática, se han propuesto nuevas tecnologías como son los SSP y el empleo de buenas prácticas de manejo como son: la rotación correcta de potreros según especie de pasto, reducción de uso de fuego y agroquímicos. Sin embargo, la falta de asistencia técnica y de planificación de los productores no ha permitido tener un nivel de impacto la adopción de los SSP que contribuyan a mejorar la productividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas (Mahecha 2009).

Por esta razón la ganadería "requiere de una planificación acorde a las características de su sector" p.e. la adecuada distribución de las áreas destinadas a pastoreo, planteamiento de actividades y costos de alimentación, conocimiento de prácticas de manejo, etc. (Peña y Casanova 2010). Para lograr las actividades mencionadas anteriormente se han desarrollado herramientas como la planificación de fincas. Ésta es una combinación de elementos de diagnóstico y diseño agroforestal, análisis FODA y varias metodologías con las que se evalúan los sistemas agroforestales de cada finca. La PAF tiene como objetivo utilizar prácticas más sostenibles para la producción. En general este tipo de prácticas conllevan a la provisión de servicios ecosistémicos -SE- y al mejoramiento de la producción (Varela 2009). De acuerdo a Van Eek (2005) en el ámbito ganadero un adecuado plan de finca puede permitir:

- Crear estrategias que promuevan mejor producción y por lo tanto mayores ingresos económicos.
- Usar adecuadamente los recursos económicos y sosteniblemente los recursos naturales.
- Aportar en la participación del grupo familiar y con ello un mayor enfoque de género
- Promover la promoción del mantenimiento y el crecimiento del valor de la propiedad.
- Analizar la factibilidad de otorgamiento de préstamos a familias las productoras (priorización de las inversiones).
- Dar seguimiento del desarrollo económico y productivo de los productores.

En este contexto, es importante generar información que permita conocer que sistemas son los más adaptados a cada zona y los beneficios tanto económicos como de servicios ecosistémicos que brindan los sistemas de producción. De esta manera, los productores involucrados contarán con diseños de finca adecuados a sus objetivos y visiones a futuro pero con impactos positivos al ambiente, con el fin de lograr un manejo sostenible de la finca.

Con este antecedente, el uso de herramientas de planificación de fincas es relevante debido a que las recomendaciones están fundamentadas en el análisis de todos los puntos descritos anteriormente. En el presente trabajo se aplicó la herramienta de planificación de finca con el fin de estimar los impactos tanto económicos como productivos de las propuestas silvopastoriles y conocer el estado actual y posible escenario futuro del servicio ecosistémico almacenamiento de carbono.

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Descripción del área de estudio

El estudio fue realizado en la cuenca media del río Jesús María en Costa Rica la cual abarca alrededor del 22% del área de la cuenca. La temperatura promedio es de 27°C y las precipitaciones oscilan entre 1 500 y 2 000 mm al año. La principal cobertura del suelo está dada por pastos con árboles dispersos (37,7% del territorio de la cuenca) (Lemus de Jesús 2008).

En el aspecto socioeconómico alrededor de 86% de la población trabaja en sus fincas, siendo la ganadería para producción de carne la principal actividad productiva. El porcentaje restante trabaja en actividades como comercio o albañilería. Aproximadamente el 57% de los productores pertenecen a diferentes organizaciones agrícolas (Lemus De Jesús 2008)

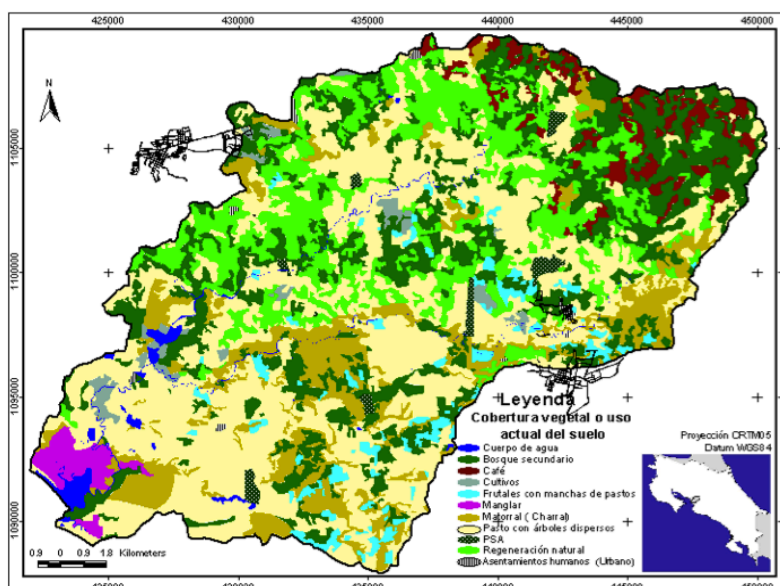


Figura 3. Cobertura del suelo de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica
Fuente: CATIE (2011)

2.2.2. Selección de las fincas

Para la aplicación de la herramienta de planificación de fincas, se seleccionaron veinte fincas de producción ganadera de la cuenca media del río Jesús María. Se trabajó con diez fincas de doble propósito y diez de producción de carne debido a que estos sistemas son los predominantes en la zona. Para la selección se usaron las bases de datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y del proyecto "Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático de sistemas ganaderos del trópico Centroamericano" implementado por el CATIE y ejecutado en Costa Rica en asocio con el INTA.

2.2.3. Elaboración de los planes de finca

La elaboración de los planes de finca se desarrolló en tres fases:

- a) **Fase 1:** Se realizó un taller de socialización con los productores para dar a conocer los objetivos del estudio, la metodología para la elaboración de los planes de finca y la información que se recabaría durante las entrevistas y reuniones en la finca con el grupo familiar.
- b) **Fase 2.** Se visitaron las veinte fincas para realizar los planes de finca siguiendo el procedimiento de la Figura 4.

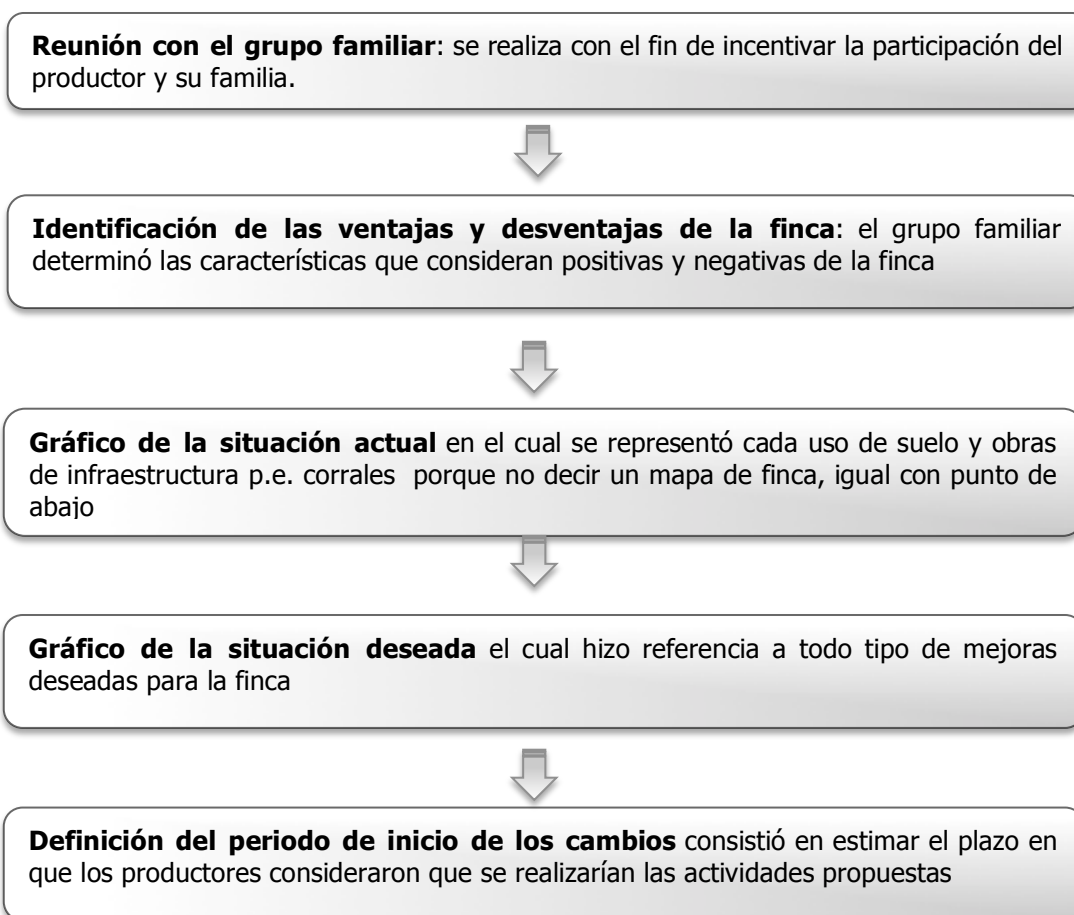


Figura 4. Esquema del procedimiento para elaboración de los planes de finca

- c) **Fase 3.** Se realizó una entrevista semiestructurada (Anexo 1) para recabar información financiera de las actividades de las fincas. Esta información se utilizó para la elaboración del flujo neto actual y estimar el flujo neto futuro con la aplicación de los planes de finca en una finca de carne y una finca doble propósito. Los criterios de selección de las fincas se detallan en la sección de la metodología de elaboración del flujo neto.

2.2.4. Análisis de los planes de finca

2.2.4.1. Identificación de los usos de suelo presentes en las fincas

La ubicación espacial de la finca se realizó mediante el uso del software *Google Earth*. Con los productores se demarcó los límites de la finca y los respectivos usos de suelo a la fecha (Figura 5). El cálculo del área de los usos de suelo se realizó con la ayuda del software *ARCGIS 10.0*.

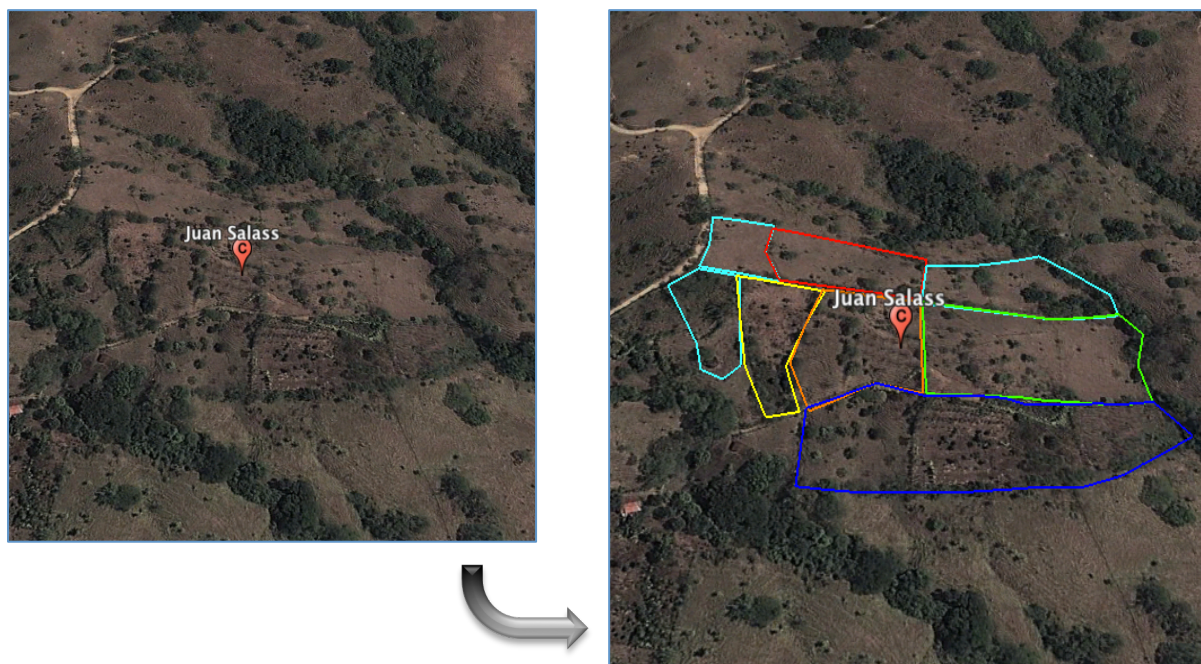


Figura 5. Procedimiento para la identificación de usos de suelo y situación actual de la finca

2.2.4.2. Situación actual de las fincas

Junto con los productores se definió cual es la principal problemática de las fincas, el manejo que se da al ganado en cuanto a alimentación tanto en época seca como época lluviosa. Esto se realizó con la finalidad de contar con insumos para contrastar la situación a futuro en cuanto a productividad y rentabilidad al aplicar las actividades de alimentación programadas en el plan de finca futuro o soñado.

2.2.4.3. Identificación de actividades por cada sistema de producción en los planes de finca

Las actividades propuestas por los productores en los planes de finca se categorizaron en: actividades⁷ de infraestructura, alimentación animal, genética animal, protección del

⁷ Infraestructura: construcción de corrales, comederos.

Alimentación animal: establecimiento de bancos de forraje, siembra y/o resiembra de pasto

Genética animal: compra de ganado de mayor potencial, mejores razas

Protección del ambiente: siembra de árboles

Mantenimiento de la finca: arreglo de cercas, arreglo de construcciones, desmalezado

ambiente y mantenimiento de la finca. Los plazos para realizar las actividades fueron clasificados en corto plazo (hasta un año), mediano plazo (entre uno y tres años), largo plazo (más de tres años).

Para conocer las actividades a las que se orientan cada grupo de producción y el periodo hacia el cual se proyectan las actividades, se realizó un análisis de correspondencia para cada grupo en el programa estadístico InfoStat con un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

2.2.4.4. Impacto en la ganancia de peso y producción de leche

La estimación la variación en la ganancia de peso y la producción de leche, se utilizó el programa *LifeSim*. La estimación se realizó con la finalidad de calcular el aumento o reducción de la producción al implementar las actividades de alimentación propuestas por los productores en los planes de finca. Las fincas que se seleccionaron para este análisis fueron las mismas con las que se trabajó para la elaboración del flujo neto cuyas características de alimentación se detallan en el anexo 2.

Para determinar la ganancia de peso del ganado de carne se utilizó la herramienta *Beef* del programa *LifeSim*. Los datos que se ingresaron al programa para la simulación fueron: características del animal (ganado de engorde), valores nutricionales de pasturas, cantidades y parámetros nutricionales de suplementos alimenticios (Anexo 2a). Mientras que, para estimar la producción de leche en las fincas doble propósito, se empleó la extensión *Diary* del mismo programa. Para este análisis los datos ingresados fueron los mismos a excepción de las características del animal (ganado doble propósito) (Anexo 2b).

2.2.4.5. Elaboración del flujo neto de la situación actual versus la situación deseada

Para estimar la rentabilidad⁸ al aplicar las actividades programadas en los planes de finca, se elaboró el flujo neto⁹ actual y se contrastó con el flujo el proyectado hacia cinco años para dos fincas, uno por cada sistema de producción. En cada sistema se seleccionó una finca que incluyera la adopción de algún tipo de sistema silvopastoril para la alimentación animal y que además represente el mayor número de actividades planificadas presentes en su grupo.

Los costos de cada actividad fueron estimados por los productores durante la elaboración de los planes de finca. Estos datos se corroboraron y ajustaron con información proporcionada por el área técnica de la región del Pacífico Central del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

⁸ Rentabilidad definida como el beneficio, utilidad o ganancia del dinero invertido en las actividades ganaderas.

⁹El flujo neto es un balance del dinero en efectivo que se maneja para realizar determinada actividad. Es decir, mide la disponibilidad de efectivo en el sistema evaluado. Su cálculo resulta de la diferencia entre los ingresos brutos y la suma de costos variables y costos fijos en efectivo.

Para calcular el flujo neto futuro se emplearon las características de las fincas que se detallan en el Anexo 3. Además, se utilizaron los siguientes supuestos:

- El producto o comercializado se mantuvo constante durante los cinco años
- El precio de venta fue igual para todos los años
- se mantuvieron las dosis y costos de insumos sanitarios
- se consideraron solo las actividades que involucraron arreglos silvopastoriles
- en la situación "con" plan de finca se disminuyó el consumo de suplementos adquiridos fuera de la finca (p.e. pollinaza o concentrado) y se incorporó los propuestos en el plan
- los ingresos por ventas en la situación "con" plan de finca fueron estimadas a partir de la ganancia de peso o la producción de leche según sea el caso y fueron obtenidas mediante el uso del programa *LifeSim*.

2.2.5. Valoración del servicio ecosistémico "almacenamiento de carbono"

2.2.5.1. Selección de usos de suelo, estimación de variables y cálculo de C almacenado

Se estimó el carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles presentes en los usos de suelo dominantes en las veinte fincas (bosques secundarios, bosques ribereños, pasturas con árboles, plantaciones forestales). Para el caso de las plantaciones forestales y bosques secundarios el cálculo se realizó con información secundaria reportada para la zona por Ibrahim *et al.* (2007).

En cuanto a bosques ribereños se establecieron cuatro parcelas de 1 000 m² y se estimaron las variables altura y diámetro a la altura del pecho -dap- de árboles con dap mayor a diez centímetros. Para la medición de éstas variables en árboles en pasturas se adoptó la metodología utilizada por Chavarria (2010) que define el número de parcelas según el tamaño del sistema silvopastoril (Cuadro 2). La información recopilada en cada parcela fue la siguiente:

- Estimación de la altura y dap (> 10 cm) en los árboles presentes en potreros con pasturas naturales de alta y baja densidad de árboles.
- Estimación de la altura y dap (> 10 cm) en los árboles presentes en potreros con pasturas mejoradas de alta y baja densidad de árboles.
- En pasturas naturales sin árboles se trabajó con información secundaria reportada por (GEF)

Cuadro 2. Tamaño de las parcelas en referencia al área del sistema silvopastoril

Área del SSP (ha)	# parcelas	Tamaño de parcela
≤ a 2	Censo	10 000
2-5	1	10 000
5 a 10	2	10 000
> 10	3	10 000

Fuente: Chavarría (2010)

La cantidad de biomasa almacenada por los árboles medidos en campo fue calculada con el uso de ecuaciones alométricas reportadas en la literatura. La cantidad de carbono almacenado se estimó multiplicando el valor del contenido de biomasa arbórea total en cada uso de suelo por el factor 0,47(IPCC 2006).

Cuadro 3. Ecuaciones alométricas para árboles y palmas en los usos de suelo evaluados

Uso de suelo	Ecuación	Fuente
Bosques ribereños	$\ln B = -2,13 + 2,42 \ln (\text{dap})$	Zapata et al (2003)
Árboles en potreros	$\log_{10} B = -2,18 + 0,08(\text{dap}) - 0,0006(\text{dap}^2)$	Ruiz 2002

Fuente: Ibrahim *et al.* (2007)

2.2.5.2. Estimación del incremento de carbono almacenado en un periodo de cinco años¹⁰

Para calcular el incremento de carbono en los usos de suelo evaluados en un periodo de cinco años se trabajó con las tasas de fijación de C ha/año de cada uso reportadas por Zamora (2006). Estas tasas fueron estimadas para cuantificar el stock de carbono en el paisaje ganadero de la zona de Esparza en Costa Rica como se indica en el Cuadro 4. Por esta razón se utilizaron estos datos como referencias para el presente estudio.

¹⁰Los cambios de uso de suelo provocan una variación en el carbono almacenado. Estos cambios de uso de suelo y sus efectos en cuanto al carbono pueden ser estimados a partir de la elaboración de los planes de finca. En el presente trabajo, a pesar que los productores no manifestaron cambios en los usos de suelo el C fue estimado como línea base de referencia para trabajos futuros, además de ser una herramienta útil para el análisis a nivel de paisaje o en el diseño de fincas.

Cuadro 4. Tasas de fijación de carbono de diferentes usos de suelo

Usos de la tierra	Tasa de fijación (t C/ha/año)
Pastura natural sin árboles	0
Pastura mejorada sin árboles	1
Pastura natural con baja densidad de árboles	1,8
Pastura natural enriquecida con baja densidad de árboles	1,8
Pastura mejorada enriquecida con baja densidad de árboles	1,8
Pastura Mejorada con baja densidad árboles	1,8
Pastura natural con alta densidad de árboles	3,1
Plantación de maderables en monocultivo	5
Pastura mejorada con alta densidad de árboles	3,1
Bosque ribereño	3
Bosque secundario	8,5

Fuente: Zamora (2006)

Cabe mencionar que para el cálculo del C en pasturas con árboles (mejorado y natural) se utilizó el promedio de la tasa de fijación de C entre pasturas con alta y pasturas con baja densidad de árboles reportados en el Cuadro 4.

2.3. Resultados

2.3.1. Elaboración de planes de finca

Para las veinte fincas con las que se trabajó obtuvo un plan de finca como el que se muestra a continuación (Figura 6; Anexo 4):



Nombre propietario: Gabriel Villalobos		Nombre de finca: La bendición		Área (ha): 12		LA VISIÓN: Ser una finca más productiva	
Otros miembros de la familia: Esposa e hijos		Ubicación (comunidad, cantón, provincia):					
Mapa de usos actual		Construcciones/equipo		Problemas		Mapa de finca soñada	
		vivienda fuera de la finca, un corral		Poco pasto, frutales viejos, falta de sistema de riego			
		Ganado Tipo Criollo 					
				Oportunidades			
		Fuentes de agua		Hay agua, árboles frutales y maderables, las nacientes están protegidas			
		Tipo Donde Nacientes en la finca potrero 1 en la finca potrero 3 					
Bosque: Potreros y pastos b. Ribereño # Pasto Condición # Pasto Condición Charrales: 2 Brachiaria 3 3 Brachiaria 3 4 Brachiaria 3		Cultivos anuales: Permanentes: Frutales (4 Ha de mango) Plantación forestal: Árboles dispersos en potreros					
Qué haremos		Cuándo lo haremos		Con qué lo haremos		Cuánto nos costará	Quién lo hará
Renovar plantación de mango		6 meses		Recursos propios para compra de 100 plantas		600 mil	Propietario
Resembrar pasto de potreros 1, 2 y 3		6 meses		Recursos propios			Propietario
Compra de equipo para riego		1 año		Recursos propios y financiamiento		5 millones	Propietario
Comprar una picadora para pasto		1 año		Recursos propios y financiamiento		300-400 mil	Propietario
Sembrar árboles alrededor de las nacientes		1 año		Recursos propios			Propietario
							CÓMO VAMOS

Figura 6. Formato de los planes de finca elaborados

2.3.2. Identificación de los usos de suelo presentes en las fincas

Los usos de suelo presentes en las fincas y la sumatoria de área que ocupan en cada sistema de producción se representan en el Cuadro 5. El uso con mayor área fue el dedicado a pasturas mejoradas con árboles, con 80,17% y 71,65% para fincas doble propósito y carne respectivamente. Las áreas de bosque secundario representan el 5,69% en las fincas de doble propósito y el 6,75% en las fincas de carne, mientras que, los bosques ribereños se encontraron en mayor área en las fincas doble propósito que en las de carne (3,68% y 1,26% respectivamente).

Cuadro 5. Área de cada uso de suelo por tipo de sistema de producción

Uso de suelo	Fincas doble propósito		Fincas de carne	
	Área (ha)*	Porcentaje (%)	Área * (ha)	Porcentaje (%)
Banco forrajero	4,5	1,55	7,8	2,63
Bosque ribereño	10,7	3,68	3,75	1,26
Bosque secundario	16,5	5,67	20	6,75
Plantación forestal	0	0,00	22	7,42
Frutales	3	1,03	10,9	3,68
Infraestructura	6,5	2,23	7,1	2,39
Pastura mejorada con árboles	233,3	80,17	212,45	71,65
Pastura sin árboles	4	1,37	0	0,00
Pastura natural con árboles	12,5	4,30	12,5	4,22
Pastura natural sin árboles	0	0,00	0	0,00
TOTAL	291	100	296,5	100

*el área representa a la sumatoria de los usos de suelo para el total de fincas de los sistemas de producción

2.3.3. Situación actual de las fincas

a) Fincas doble propósito

Durante la elaboración de los planes de finca se identificaron los siguientes aspectos en común para las fincas de doble propósito:

- **Problema general:** para el grupo de productores del sistema doble propósito fue la escasez de pasto durante la época seca.
- **Alimentación:** en la época de lluvias se basa en el pastoreo, mientras que, para la época seca donde se presentan los problemas de alimentación, además del pastoreo, el principal suplemento es la pollinaza¹¹ (alrededor de uno a dos kilos por vaca diarias).
- **Productos comercializados:** los productos comercializados por los productores son leche y queso a clientes de la comunidad y en ciertos casos se comercializa con la cooperativa "Dos Pinos". En caso de ser necesario se realiza la venta de novillas o vacas en producción, además de terneros. Por otra parte, la mayoría de las terneras se las mantiene en el hato para ser utilizadas como novillas de reemplazo.

b) Fincas de carne

El grupo de carne se subdivide en tres subgrupos: 1) cría, en el cual los productores venden terneros; 2) desarrollo, donde los productores venden toretes con un peso vivo que varía entre 300-350 kg y 3) engorde, donde se engordan animales hasta alcanzar un peso vivo que varía entre 400-500 kg. El principal mercado para la venta del ganado es la subasta. El periodo de ventas oscila entre los tres y doce meses.

En el caso de las fincas de producción de carne se identificaron las condiciones siguientes:

¹¹Pollinaza: Cama de excretas de pollos y cascarilla de arroz

- **Problema general:** Poca disponibilidad de pasto durante la época seca que se afronta con la inclusión de suplementos como concentrados y pollinaza.
- **Alimentación:** está basada en pastoreo todo el año; también suplementación de concentrado y gallinaza durante la época seca (1,5 y 2 kg respectivamente por animal/día).
- **Principal ventaja:** los productores identificaron como principal ventaja la presencia de nacientes lo cual permite acceso al agua.

2.3.4. Actividades programadas en los planes de finca

a) Actividades planificadas por productores con fincas doble propósito

La planificación de finca, los productores la han establecido en tres plazos.

1. Corto plazo (<1 año) donde los productores orientan sus actividades hacia mejorar la disponibilidad de alimento para el ganado principalmente durante la época seca. Durante este periodo existe escasez de pasto ocasionado por la sequía propia de la época por lo que los productores programan el establecimiento de bancos de forraje (principalmente gramíneas) como estrategia para contar con suministro de alimentos.

2. Mediano plazo (entre uno y tres años): en este periodo las actividades son enfocadas a mejorar la infraestructura de las fincas. Esto con la finalidad de mejorar las condiciones de manejo del ganado como adecuación de corrales y comederos. Además en este periodo se proponen actividades para protección del ambiente como la siembra de árboles en nacientes y linderos.

3. Largo plazo (entre tres y cinco años) se plantean actividades para mejorar la genética del ganado y obtener un mejor rendimiento en la producción de leche la cual oscila entre 3 y de 7 litros/vaca/día (Figura 7).

La planificación de fincas de los productores estuvo dividida en tres plazos. A corto plazo los productores del sistema doble propósito orientan sus actividades hacia prácticas que mejoren disponibilidad de alimentos. Esto se debe a que durante la época seca se disminuye la cantidad de pastura en las áreas de pastoreo del ganado.

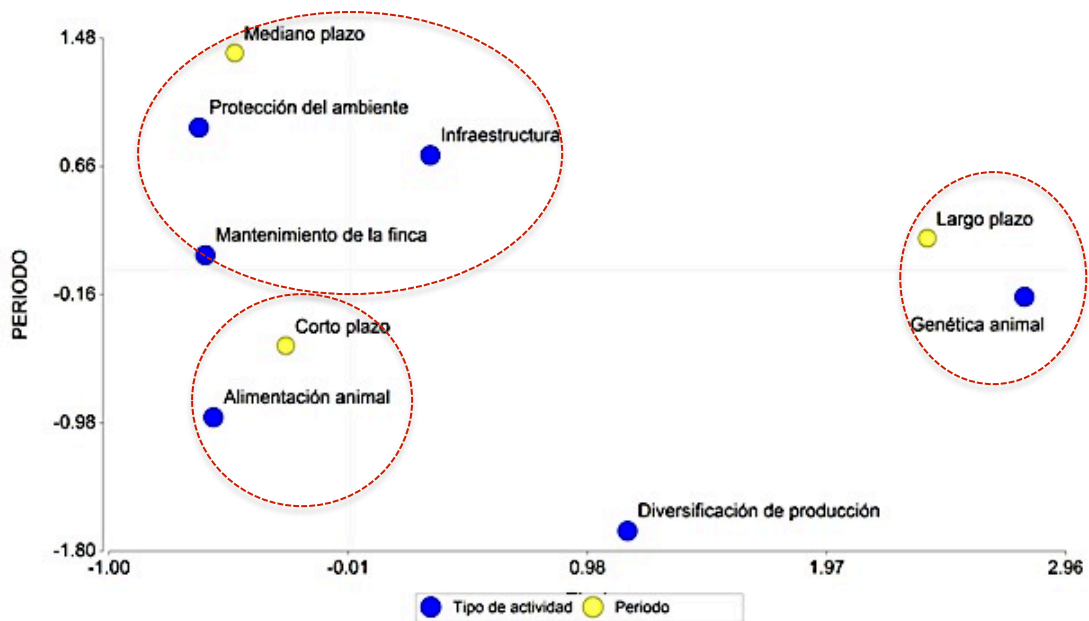


Figura 7. Análisis de correspondencia que explica las actividades programadas y periodos estimados para ejecución del plan de finca del grupo doble propósito. ($\alpha=0,05$)

b) Actividades planificadas por productores con fincas de carne

Los productores de carne planificaron sus actividades en el corto, mediano y largo plazo (Figura 8). Además, los principales temas que están siendo planificados en el tiempo (alimentación en época seca, ambiente y genética) son similares a los destacados para las fincas doble propósito.

1. Corto plazo (< 1 año): actividades orientadas a la alimentación animal especialmente en la época seca donde existe poca disponibilidad de pasturas, estas actividades son principalmente el establecimiento de bancos de forraje de caña de azúcar y cratylia.
2. Mediano plazo (entre uno y tres años): actividades de protección del ambiente como siembra de árboles en nacientes y obras de infraestructura. Estas obras de infraestructura son orientadas a reparación de corrales pero además para adecuaciones de vivienda.
3. Largo plazo (entre tres y cinco años): Se estiman actividades de mejoramiento genético. Esto se refiere a compra de animales de razas con buen potencial de producción de carne.

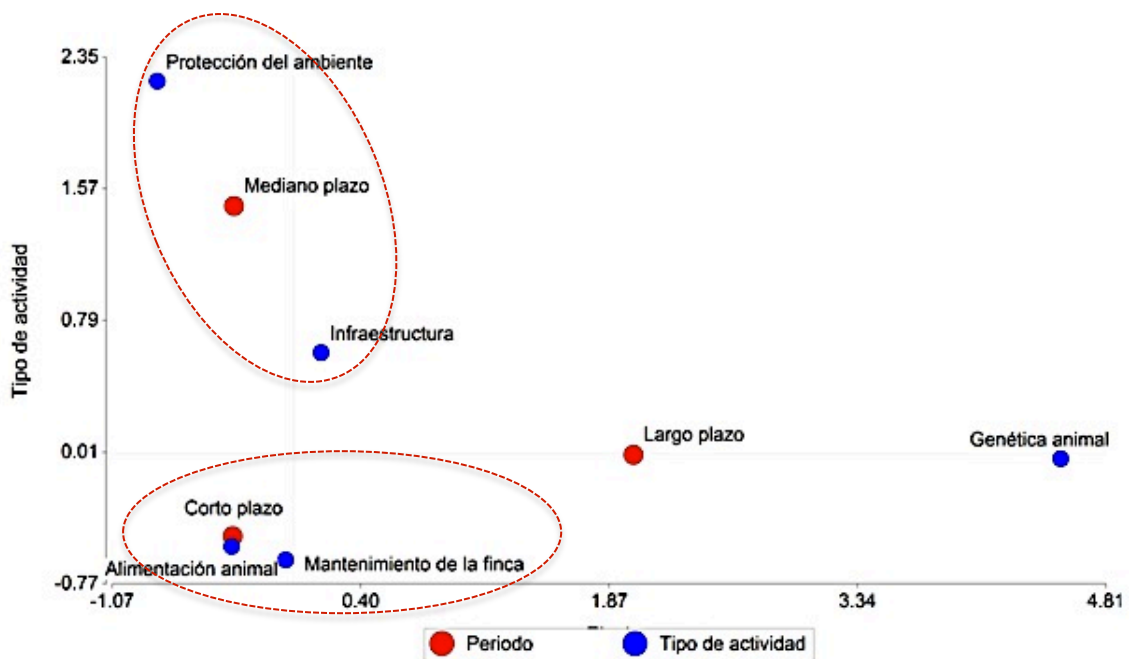


Figura 8. Análisis de correspondencia que explica las actividades programadas y periodos estimados para ejecución del plan de finca del grupo doble propósito ($\alpha=0,05$)

2.3.5. Variación de la ganancia de peso y producción de leche

a) Impacto en la producción de leche en la finca doble propósito

En el sistema de producción de doble propósito, el promedio de producción actual para la época seca es de 4,89 kg leche/vaca/día y para época lluviosa 5,2 kg leche/vaca/día con las dietas que se presentan en el Anexo 2. De esta manera se puede observar que el establecimiento de bancos de forraje de caña y cratylia como estrategia de alimentación especialmente en la época seca permite disminuir el consumo de gallinaza y concentrado y mantener la producción (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción actual y futura del sistema doble propósito. San Mateo, Costa Rica, 2013

Actual			
Época seca		Época lluviosa	
(kg leche/vaca/día)	# vacas en producción	(kg leche/vaca/día)	# vacas totales
4,89	9	5,2	16
Futura			
Época seca		Época lluviosa	
(kg leche/vaca/día)	# vacas en producción	(kg leche/vaca/día)	# vacas totales
5,3	9	5,2	16

b) Impacto en producción de carne

La modelación de la dieta actual que emplea el productor de la finca de carne (pastoreo durante la época lluviosa y pasto más pollinaza en época seca) generan una ganancia de peso de 77 kg y 89 kg en seis meses respectivamente (Cuadro 7). Estos valores representan un promedio de ganancia de peso diaria -GPD- de 0,4 durante los seis meses de permanencia de los animales en finca.

Debido a que la innovación manifestada para el plan de finca fue el establecimiento del banco forrajero de caña de azúcar y cratylia, la modelación se realizó incorporando a la dieta 5 kg de caña de azúcar y 10 kg de cratylia fresca¹². Con la sustitución de la pollinaza por la incorporación de caña y cratylia a la dieta como parte de la implementación del plan de finca, la GDP diaria es de aproximadamente 0,6 kg en ambas épocas, es decir la ganancia de peso se incrementa en alrededor de un 50% con respecto a la situación actual.

Cuadro 7. Resultados de la simulación de la dieta para el sistema de producción de carne. San Mateo, Costa Rica, 2013

Actual			
Época seca		Época lluviosa	
Periodo de permanencia	Ganancia de peso durante la permanencia	Periodo de permanencia	Ganancia de peso durante la permanencia
3	77	3	89
Futura			
Época seca		Época lluviosa	
Periodo de permanencia	Ganancia de peso durante la permanencia	Periodo de permanencia	Ganancia de peso durante la permanencia
3	116	3	120

2.3.6. Flujo neto actual versus flujo neto estimado con la adopción del banco forrajero de caña de azúcar más cratylia.

a) Flujo neto de la finca doble propósito

El flujo neto de la finca doble propósito muestra que en las condiciones actuales el sistema es poco rentable. Esta situación genera que el año de implementación del banco de forraje propuesto en el plan de finca, no exista ganancia y que el flujo neto sea negativo.

Sin embargo, al segundo año de implementación del banco de forraje, las ganancias netas se incrementan aproximadamente cuatro veces con respecto a la situación actual. Esto se debe a que la nueva dieta (Anexo 2) mantiene niveles similares de

¹²Dieta basada en la literatura: Hollman (1997), Lascano *et. al* (1997); Holguín e Ibrahim (2005)

producción pero reduce los gastos generados por suplementación con pollinaza y concentrados. Esta nueva dieta además puede generar mayores ingresos pero para fines de este estudio se detalla a continuación el flujo neto con los niveles de producción similares a los actuales.

Cuadro 8. Flujo neto actual versus flujo neto (US\$) futuro de la finca doble propósito, San Mateo Costa Rica, 2013

ACTIVIDADES	SITUACIÓN ACTUAL	EJECUCIÓN DEL PLAN DE FINCA				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS (US\$)						
<i>Venta de productos</i>						
Venta de queso	10055,7	10055,7	10291,1	10291,1	10291,1	10291,1
Subtotal ingresos	10055,7	10055,7	10291,1	10291,1	10291,1	10291,1
EGRESOS (US\$)						
<i>Alimentación</i>						
Pollinaza	1193,9	1193,9	563,9	563,9	563,9	563,9
Concentrado	4650,0	4650,0	3900,0	3900,0	3900,0	3900,0
Pacas de heno	584,9	584,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Sal	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9	14,9
Mineral	68,8	68,8	68,8	68,8	68,8	68,8
<i>Salud animal</i>						
Vitaminas + desparasitantes	178	178	178	178	178	178
<i>Mano de obra</i>						
Permanente	2419,2	2419,2	3225,6	3225,6	3225,6	3225,6
<i>Mantenimiento finca</i>						
Insumos, materiales y herramientas	622,4	622,40	622,40	622,4	622,4	622,4
<i>Establecimiento de banco de forraje de caña y cratylia</i>						
Insumos, materiales y herramientas	0	1239,7	0	0	0	0
<i>Mantenimiento de banco de forraje</i>						
Insumos	0	0	150	150,0	150,0	150,0
Sub total de Egresos	9732,1	9732,1	8723,6	8723,6	8723,6	8723,6
Ingresos - Egresos	323,66	-916,04	1567,45	1567,4	1567,4	1567,4
Margen de ganancias situación actual vs. situación deseada		-1239,70	1243,79	1243,79	1243,79	1243,79

b) Flujo neto de la finca de producción de carne

El flujo neto muestra que la adopción de los bancos forrajeros de caña de azúcar y cratylia, incrementan los costos de producción de aproximadamente 10% con respecto a la situación actual. Este incremento en los costos de producción ocasiona que los ingresos disminuyan en un 90% con respecto a lo percibido en las condiciones actuales el año de inicio de ejecución del plan de finca.

En el segundo año se puede suprimir el uso de gallinaza como suplemento alimenticio debido a la incorporación de caña y cratylia en la dieta. Los costos de producción disminuyen en un 6% con respecto al año de inicio del plan. Los ingresos se incrementan en un 96% con respecto a los ingresos actuales debido a que con la nueva dieta la ganancia de peso aumenta. A partir del tercer año no hay actividades silvopastoriles planificadas, por lo que la rentabilidad se incrementa en un 100% con respecto a la situación actual (Cuadro 9) y se asume que se mantiene siempre y cuando se mantenga las condiciones constantes o los supuestos utilizadas en la presenta simulación.

Cuadro 9. Flujo neto (US\$) actual versus flujo neto estimado de la finca de carne. San Mateo, Costa Rica, 2013

ACTIVIDADES	SITUACIÓN ACTUAL	EJECUCIÓN DEL PLAN DE FINCA				
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS BRUTOS (US\$)						
<i>Venta animales</i>	15456	15456	17376	17376	17376	17376
EGRESOS (US\$)						1737
Subtotal ingresos	15456	15456	17376	17376	17376	6
Compra de animales						
Machos de 400 kg	12800	12800	12800	12800	12800	12800
Alimentación						
Sal	63	63	63	63	63	63
Gallinaza	720	720	0	0	0	0
Insumos sanitarios						
Desparasitantes y vitaminas	183,6	183,6	183,6	183,6	183,6	183,6
Mano de obra						
Temporal	500	500	500	500	500	500
Mantenimiento de potreros						
Fertilizante + herbicida	50	50	50	50	50	50
Establecimiento de banco forrajero de caña y cratylia						
5000 m ² caña + cratylia	0	1239,7	0	0	0	0
Mantenimiento	0	0	150	150	150	150
Corte , acarreo y ofrecimiento	0	0	480	480	480	480
Siembra de pasto mejorado (P1)						
1 ha pasto mejorado con 200 m de cerca	0	106	106	0	0	0
Subtotal egresos (US\$)	14316,6	15662,3	14332,6	14226,6	14226,6	14226,6
Ingresos - egresos (US\$)	1139,4	-206,3	3043,4	3149,4	3149,4	3149,4
Margen de ganancia situación actual vs. situación deseada (US\$)		-	1904	2010	2010	2010

2.3.7. Cuantificación del carbono almacenado en biomasa arriba del suelo y estimación del incremento de carbono en cinco años.

En los usos de suelo evaluados, los bosques secundarios fueron los que alcanzaron la mayor cantidad de C almacenado (297,63 t C/ha) seguido de las plantaciones forestales y los bosques ribereños con 187,4 y 147,9 t C/ha respectivamente. Los usos de suelo con pasturas presentaron la menor cantidad de C almacenado. Sin embargo, los potreros de pasturas mejoradas con árboles tuvieron un valor alto en comparación a los otros dos tipos de pasturas debido al área que representan.

Debido a que los planes de finca no revelaron grandes cambios de uso de suelo, sino que promovieron acciones para mantener y conservar las áreas de producción que actualmente tienen, el análisis de carbono presente y a futuro se realizó basado en el manejo sostenible de estas áreas en las fincas evaluadas. En este contexto, de manera general los bosques secundarios -BS- son los que presentaron la mayor remoción de CO₂e, mientras que, las pasturas mejoradas sin árboles presentan el menor valor (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estimación de carbono almacenado en biomasa arriba del suelo actual y en un lapso de cinco años en las fincas evaluadas (n= 20), San Mateo, Costa Rica, 2013

USO DEL SUELO	2013			2018		
	ÁREA TOTAL (ha)	CARBONO ALMACENADO (t C/ha)	TOTAL DE CARBONO ALMACENADO (t C)	TASA DE FIJACIÓN (t C/ha/año)	TOTAL DE CARBONO FIJADO (t C)	TOTAL DE t CO ₂ e REMOVIDO
Bosque ribereño	14,45	142,9	2064,9	3	2079,9	7633,2
Pastura mejorada con árboles	445,75	6,67	2973,2	2,45	2985,4	10956,4
Pastura natural con árboles	25	6,02	150,5	2,45	162,8	597,5
Pastura mejorada sin árboles	4	1,14	4,6	1,17	10,4	38,2
Bosque secundario	36,5	297,63	10086,63	8,5	10906	40025,0
Plantaciones forestales	22	187,4	4122,8	5	4147,8	15222,4
Total	547,7	...	19402,63	...	20292,3	74472,7

Por otra parte, para la finca de producción de carne, debido a que se asume la reducción de PMCA para la inclusión de bancos de forraje el C almacenado para el 2018 se estima en 20,59 t C y no en 25,9 t C (si no se cambiara área del uso de suelo) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Almacenamiento de C en la finca de carne utilizada para las modelaciones de producción y flujo neto, San Mateo, Costa Rica, 2013

USO DEL SUELO	2013			2018		
	ÁREA (ha)	CARBONO ALMACENADO (t C/ha)	TOTAL DE CARBONO ALMACENADO (t C)	TASA DE FIJACIÓN (t C/ha/año)	TOTAL DE CARBONO ALMACENADO (t C)	t CO ₂ e REMOVIDO
Pastura mejorada con árboles	2	6,67	13,34	2,45	20,59	75,57
Cultivos de ciclo corto	0,25	...	...	...	...	...
Frutales	0,4	...	...	...	...	...
Infraestructura y esparcimiento	0,25	...	...	...	...	...
Total	2,9	...	13,34	...	20,59	75,57

se asume la reducción de 0,75 ha de pastura para implementar el banco de forraje. Las 0,25 ha para completar 1 ha de banco provienen de área de cultivo

Para la finca del sistema doble propósito el C almacenado para el 2018 se incrementa en bosques ribereños y PMCA, mientras que, debido a que se asume que el área que será reemplazada por el banco de forraje es la correspondiente a PNCA, se reduce a cero el almacenamiento en biomasa aérea de árboles (Cuadro 12). Esta suposición se realiza únicamente para fines de análisis ya que en la práctica los productores pueden mantener árboles en el área destinada a los bancos de forraje y así continuar con la remoción de carbono.

Cuadro 12. Almacenamiento de C en la finca de doble propósito utilizada para simulaciones de producción y flujo neto, San Mateo, Costa Rica, 2013

USO DEL SUELO	2013			2018		
	ÁREA (ha)	CARBONO ALMACENADO (t C/ha)	TOTAL DE CARBONO ALMACENADO (t C)	TASA DE FIJACIÓN (t C/ha/año)	TOTAL DE CARBONO ALMACENADO (t C)*	t CO2e REMOVIDO
Pastura natural con árboles	1	6,02	6,02	2,45	0	0
Pastura mejorada con árboles	6,5	6,67	43,355	2,45	55,61	204,09
Bosque ribereño	1	142,9	142,9	3	157,9	579,49
Banco forrajero	0	0	0	...	...	...
Total	8,5	155,59			213,51	783,58

*se asume la reducción de 1 ha de pastura natural con árboles es para la implementación del banco de forraje

2.4. Discusión

2.4.1. Actividades planificadas y periodo de ejecución

En ambos sistemas de producción las principales actividades programadas fueron de infraestructura y alimentación para el ganado. Esta última se debe a que la zona presenta una marcada época seca en la cual la disponibilidad de pastos disminuye lo cual provoca que los productores busquen otras alternativas de suplementación externas. Esto coincide con lo reportado por (Flores *et al.* 1998) quienes mencionan que el uso de cultivos forrajeros en los trópicos se realiza especialmente en la época seca donde la calidad y disponibilidad de forraje disminuye debido a las condiciones de sequía.

Esta suplementación está dada por incorporación de gallinaza y concentrado, lo cual coincide con lo reportado en el estudio realizado por Benavides (2012). Este estudio menciona que estas formas de suplementación son parte de las estrategias de los productores para enfrentar la variabilidad climática y además mantener la productividad.

Con este antecedente, de acuerdo a los resultados del análisis de flujo neto de las dos fincas, la compra de dichos insumos anuales para la alimentación tienen un costo de US\$ 800/finca/año (US\$ 400/ha/año) para la finca de carne y para la finca doble propósito de US\$ 6000 (US\$ 857,1/ha/año). En este estudio, los productores plantean estrategias como los bancos forrajeros. Esto con la finalidad de favorecer la alimentación del ganado especialmente en la época seca, disminuir los costos de suplementación y mejorar la rentabilidad de las fincas.

Por otra parte las actividades relacionadas a protección del ambiente como siembra de árboles en nacientes o en cercas vivas, son actividades que los productores proponen realizar a mediano plazo. Esto se debe que a pesar del conocimiento de la importancia del incremento de la cobertura arbórea y de los diferentes usos que se pueden dar a los árboles p.e. división de potreros, alimentación, los productores necesitan planificar los montos de inversión y la disponibilidad de materiales y mano de obra como lo menciona Sánchez (2007).

Con respecto a las obras de infraestructura, éstas se enfocan a mejorar las condiciones de áreas de ordeño en el caso de fincas de doble propósito y el mejoramiento de corrales tanto para fincas de carne como doble propósito. Esto se debe a que los productores pretenden mejorar las condiciones en las que se encuentra el ganado y así proveer de una adecuada zona de descanso para el ganado y además mejorar el espacio y la comodidad en las zonas de ordeño.

Por último, para el largo plazo se sitúan actividades de mejoramiento de la genética animal para contar con animales de mayor potencial de producción. Esta es una actividad que se planifica para el largo plazo debido a que los productores primero deben contar con condiciones adecuadas para el manejo y alimentación del ganado. Además, porque deben buscar el tipo de ganado adecuado a su zona y a sus requerimientos.

2.4.2. Impactos en la producción por la adopción de bancos forrajeros de caña de azúcar y cratylia como una de las actividades programadas en los planes de finca.

a) Impacto en la producción de leche en la finca doble propósito

Los resultados obtenidos para la producción de leche, muestran que la reducción de pollinaza y concentrado para adicionar de caña de azúcar más cratylia pueden mantener e incluso mejorar los niveles de producción. Esto concuerda con lo reportado por Angel y Lascano (1999) quienes demostraron que la respuesta a la suplementación de cratylia depende del potencial de producción de leche de las vacas. Animales con capacidad de producción de cuatro a cinco litros de leche diarios, no siempre presentan respuestas significativas a la incorporación del mencionado forraje.

A pesar de esto Murgueitio y Ibrahim (2001) señalan que la cratylia puede cubrir con el 80% de los requerimientos de proteínas de ganado doble propósito y alcanzar una producción de hasta nueve litros diarios de leche.

Cabe recalcar que la adición de caña de azúcar también desempeña un papel importante en la producción. Ésta se utiliza especialmente en periodos de escasez (principalmente en la época seca) de alimento como fuente de energía y volumen de alimento para vacas en lactancia Chavez (sf). La utilización de caña junto con otro tipo de forraje y suplementos puede mejorar la producción y lograr rendimientos adicionales de hasta 0,7 kg de leche por vaca diarios (Torres 2006). Esto se evidencia en los resultados obtenidos en la simulación de la producción de leche en la finca doble propósito, donde la producción pasaría de 4,89 kg leche/vaca/día a 5,3 kg leche/vaca/día (con adición de

caña y Cratylia en la dita) en la época seca; mientras que, para la época lluviosa el valor se mantiene constante (5,2 kg leche/vaca/día)

Por otra parte (Angel y Lascano 1999) mencionan que con la adición de caña más cratylia a la dieta de vacas lecheras se pueden tener hasta dos litros adicionales de leche por vaca diariamente en comparación con vacas en condiciones solo de pastoreo. A pesar del aporte en el mejoramiento de la producción que permiten los bancos de forraje de caña y cratilya, se debe mencionar que esto también será influenciado por el potencial genético de los animales y la gramínea que se ofrece.

b) Impacto en la producción de carne

Los valores obtenidos en los resultados de la modelación de la incorporación de caña y cratylia a la dieta del ganado de carne, se asemejan a los presentados por Pérez *et al.* (2001) quienes reportaron que animales engordados mediante pastoreo en potreros de estrella africana alcanzaron valores de 0,5 kg de GPD. Uribe (2000) citado por Livas (s-f) reportaron valores similares (0,53 kg GPD) en un ensayo en animales cruzados en condiciones del trópico y bajo pastoreo con una suplementación alimenticia energético-proteica ligera (pocas cantidades de concentrado). Por su parte, Uribe (2000) reportó valores superiores (0,75 kg) en animales de engorde alimentados con *Brachiaria brizantha*.

Los resultados muestran que con la suplementación actual la ganancia de peso de los animales durante la época seca es de aproximadamente 77 kg durante la permanencia del ganado en la finca, mientras que, con la adición de caña y cratylia en la dieta esta ganancia de peso puede ser de hasta 116 kg. Lo cual se debe a que se mejora el balance de nutrientes para el ganado, especialmente proteína y energía, lo cual se traduce en una mayor respuesta en carne.

El impacto en la ganancia de peso se debe a que la cratylia y la caña aportan significativamente en el suministro de proteína y energía a la dieta y su combinación es una alternativa adecuada especialmente para el suministro de alimento en la época seca (Plaza y Lascano 2005; Rincón 2005). Por otra parte la siembra de arbustivas como banco de forraje no solo aporta a en la alimentación del ganado sino que contribuye en el mejoramiento y conservación de los suelos (Ibrahim et al 2007).

Además, existen otros tipos de alternativas forrajeras que pueden ser utilizadas como fuente de alimentos. Por ejemplo la suplementación de 30% de leucaena a la dieta de animales cebú genera una ganancia de peso diaria de aproximadamente cien gramos más que al alimentar solo con pasto. También, la leucaena asociada con pasto guinea ha permitido engordar animales hasta un peso finas de 400 kg en un periodo de 26 meses (Lamela *et al.* 2012). Estos resultados son una evidencia que el uso de bancos de forraje como cratylia, caña de azúcar y leucaena son importantes en la alimentación del ganado, razón por la cual es la principal actividad reportada en los planes de finca realizados en este estudio.

Sin embargo, a pesar de los impactos positivos en la ganancia de peso que tienen los bancos de forraje como de cratylia, leucaena y caña de azúcar, Palma *et. al* (2010) afirman que los productores aun no tienen una cultura de implementación y manejo de los mismos. Por esta razón la planificación de fincas se constituye en una herramienta que evidencia las actividades que deben ser realizadas y mejoradas por los productores en las fincas.

2.4.3. Flujo neto actual versus flujo neto estimado con la adopción del banco forrajero de caña de azúcar y cratylia.

Para ambos sistemas de producción, los resultados evidencian que la adopción de sistemas silvopastoriles conlleva a una elevada inversión (aproximadamente US\$ 1 400) inicial y por ende el incremento de los costos de producción los primeros años. Sin embargo, los años siguientes de la implementación de los SSP, ciertos costos de alimentación se reducen por la incorporación de leguminosas como cratylia, lo que genera cambios en los márgenes de ganancias netas por venta de animales, leche o subproductos (Holmann 1999; Holmann *et al.* 2002).

Debido a que la inversión para la implementación de SSP y el mantenimiento de éstos es una de las principales barreras de adopción, ésta puede ser superada con el apoyo del pago por servicios ambientales por implementación de SSP y el acceso a créditos agropecuarios. Otra forma de incentivar la adopción de estos sistemas es el acceso a plántulas de especies arbóreas para sombra, frutales, forraje o de alto valor comercial que brinden un beneficio económico a los productores. Igualmente, la asistencia técnica juega un rol muy importante en la adopción de los SSP debido a que los productores necesitan conocer el sistema más adecuado a sus condiciones.

En las fincas analizadas, a pesar de que la demanda de mano de obra con la adopción de bancos de forraje aumenta, valores el flujo neto es positivo lo cual indica que el sistema es rentable. Esto demuestra que los bancos de forraje son una alternativa rentable (Sarmiento *et al.* 2010), sin embargo, se debe considerar que tienen un alto requerimiento de mano de obra (López *et al.* 2007; Sánchez 2007; Castaño *et al.* 2008). Además, Gobbi y Casasola (2003) mencionan que los SSP son alternativas viables, en especial si se incluyen incentivos para su adopción como el pago por servicios ambientales lo cual permitiría contar con más recursos económicos para su establecimiento y reducir costos. Aparte del establecimiento de bancos de forraje aporta considerablemente a la conservación y recuperación de suelos debido a la incorporación de materia orgánica y/o fijación de nitrógeno cuando se trata de especies leguminosas.

En el caso de la finca de carne la rentabilidad con el banco de forraje es de US\$ 3043,4 para toda la finca, lo que equivale US\$ 1 574,7/ha¹³, mientras que, en las condiciones actuales es de \$US 1 139,4 (US\$ 569,7/ha). Por otra parte, en la finca de doble propósito, con la inclusión de bancos de forraje la rentabilidad por venta de queso se incrementa a \$US 1567,45 para toda la finca (\$US 223,92/ha). Este valor representa aproximadamente cuatro veces más el valor de la rentabilidad actual (\$US 46/ha) para un hato de 15 vacas. Estos resultados son coherentes si se comparados con los reportados

¹³ se obtiene de dividir la rentabilidad total de la actividad ganadera entre el número de hectáreas destinadas para dicha actividad.

por Holmann (1999) quien analizó financieramente fincas con 40 vacas y reportó una de rentabilidad de \$US 3 820/finca/año.

En los dos sistemas de producción se evidencia que los ingresos netos disminuyen el año de implementación de los bancos de forraje debido a que se incrementan los egresos por la inversión para dichos bancos. Sin embargo, el conocimiento de esta información permite a los productores ajustar la programación de acuerdo a la disponibilidad de tiempo y recursos lo cual es esencial para cumplir con éxito con las metas planteadas en el plan de finca. Asimismo, los productores deben considerar que la adecuada planificación puede permitir mejorar la producción y por ende la rentabilidad de sus fincas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta en la planificación el periodo en que se recuperará la inversión con el fin de tomar decisiones acertadamente (Sánchez 2007). En las fincas analizadas esta inversión se recupera a partir del segundo año de establecimiento del banco de forraje.

En este contexto, para que los cambios que se proponen en las fincas analizadas se lleven a cabo, es importante que los productores se encuentren motivados para ejecutar el plan de finca que debe ser realizado acorde a sus necesidades. Una planificación correcta permitirá tener en cuenta los aspectos productivos, financieros, climáticos, etc., que se deben considerar para alcanzar las metas propuestas (Valverde 2012).

Lo anterior mencionado también concuerda con lo que reporta Tello (2013) en un estudio para analizar la herramienta plan de finca en una comunidad de Nicaragua. Este estudio demuestra que la planificación de fincas es una forma de organización e involucramiento de las familias. Además menciona que el cumplimiento de los planes están ligados especialmente a la disponibilidad de recursos económicos, asistencia técnica y capacitación participativa; de esta manera los productores se pueden encontrar en la capacidad de mejorar sus fincas y por ende la rentabilidad de las mismas.

2.4.4. Cuantificación del carbono almacenado y estimación del carbono futuro

La evaluación de los ecosistemas para conocer los servicios ambientales que proveen son herramientas útiles de planificación. Estas evaluaciones brindan criterios tanto técnicos como económicos para conocer la sostenibilidad de los sistemas y el aporte de éstos en la conservación de funciones ecológicas y provisión de bienes (Robles *et al.* s-f).

En este sentido, aunque en las fincas en las que se hizo el estudio no se presentan cambios en los usos de suelo es útil conocer el aporte ambiental que tienen estas fincas. Esto se debe a que el conocimiento del carbono almacenado en fincas u otros sistemas de producción es importante desde el punto de vista ambiental y financiero. Desde el punto de vista ambiental permite conocer que actividades generan impactos para el incremento o disminución del C. Mientras que, en el contexto financiero "representa un valor agregado a la producción, que podría tener un gran potencial e importancia para los productores" (Medina *et al.* 2003).

En este contexto, los valores de C calculados son similares a los reportados por Ibrahim *et al.* (2007) en un estudio realizado en la zona de Esparza en Costa Rica. Dicho estudio evidencia que el uso de suelo con contenido de C más significativo fue el bosque secundario, sin embargo, el promedio de almacenamiento de C en pasturas tanto mejoradas como tradicionales no tuvo diferencias significativas.

De esta manera, es importante mencionar que los valores de carbono en SSP pueden variar entre 68 a 204 t C/ha pero que esto se encuentra muy relacionado a la especie, densidad y edad de árboles en el sistema (Alvarado *et al.* 2008). Es decir que el C almacenado está dado en gran medida al manejo que los productores dan a la cobertura arbórea y la forma en que se planifican los arreglos silvopastoriles. Por otra parte el valor del CO₂e removido para el año 2018 podría ser de 74 472,24 t CO₂e en las veinte fincas siempre y cuando se de el manejo a la cobertura arbórea.

Con respecto a las dos fincas utilizadas para los análisis, a pesar de que se reducen las áreas con cobertura arbórea, no se debe descartar que los bancos de forrajes, especialmente de leñosas también juegan un rol importante en el almacenamiento de carbono. Sin embargo, en el presente estudio no se realizó el cálculo de carbono en bancos de forraje debido a que el carbono que se almacena no es permanente sino que la biomasa en la que se concentra (tallos y hojas) se utiliza para la alimentación de los animales.

A pesar de esto, es importante resaltar que existen estudios realizados en el sureste de México en condiciones tropicales que demuestran que bancos de forraje de leucaena en monocultivo pueden almacenar entre 1 t C/ha/año en la hojarasca, mientras que, bancos de forraje mixto (leucaena y guácimo) pueden alcanzar valores de hasta 1,6 y t C/ha/año. (Casanova Lugo *et al.*). Por otra parte el mejoramiento en la calidad de la dieta de los animales con la inclusión de SSP es una alternativa para la disminución de emisiones de GEI (Mahecha 2009). C

Por otra parte el valor estimado de CO₂e removido en todos los usos de suelo de las veinte fincas (74 472,4 t CO₂e) muestra que el manejo de árboles a los sistemas de producción pueden ser una alternativa que favorece a disminuir los impactos del calentamiento global (Casanova-Lugo *et al.* 2011). Sin embargo, para lograr este aporte ambiental, además de incluir árboles en los sistemas de producción o de la conservación de áreas de bosque, es necesario la adopción de buenas prácticas manejo que incluyan alternativas silvopastoriles mediante una adecuada planificación

En este sentido con la planificación de fincas, la adopción de SSP y buenas prácticas de manejo de las áreas de pastoreo es importante debido a que se pueden liberar áreas no aptas para la producción ganadera (áreas con pendientes altas >40%). En estas áreas se pueden generar actividades como la diversificación del sistema de producción, incremento de la cobertura boscosa u otras que permitan obtener ingresos y además proveer de servicios ecosistémicos.

2.5. Implicaciones de los planes de finca para el desarrollo

La planificación de fincas es una herramienta que permite la visualización a futuro de las condiciones deseadas para las unidades de producción y a la vez estimar los recursos y tiempo necesarios para cumplir con las metas propuestas por los productores para un periodo de tiempo. En este sentido el presente trabajo desarrolló junto con los productores y el grupo familiar los planes de finca para analizarlos desde el punto de vista financiero y ambiental.

Las actividades a las que se orientan los grupos de producción con los que se trabajó (ganadería de carne y doble propósito) son enfocadas hacia la alimentación animal. Esto se debe a que la principal problemática en las condiciones actuales es la poca disponibilidad de pasturas especialmente en la época seca. Para lograr estas actividades, los productores planificaron sus actividades en función del tiempo y disponibilidad de dinero.

En este contexto, la herramienta de planificación de fincas aporta hacia el desarrollo sostenible de los sistemas de producción debido a que su ejecución involucra los aspectos no solo económicos sino también sociales y ambientales. Esto se debe a que una programación adecuada de las actividades puede mejorar la rentabilidad de los sistemas, contribuir a la provisión de servicios ecosistémicos y mejorar condiciones vida de los productores y su grupo familiar.

En este sentido la planificación de fincas involucra el conocimiento de los capitales con los que cuenta la finca y aprovecharlos de manera adecuada y eficiente. Involucra el fortalecimiento del capital humano mediante capacitaciones y acompañamiento técnico que permita conocer la aplicabilidad de la herramienta y que permita delegar apropiadamente responsabilidades para el cumplimiento de funciones y de los objetivos propuestos.

La programación de actividades implica la organización de las tareas y la priorización de cada una de ellas con el fin de ordenarlas para su ejecución. Esta programación también debe ser basada en criterios económicos que permitan mejorar la rentabilidad al identificar las actividades productivas que generan más ingresos con menor inversión.

Por otra parte es importante mencionar que con la planificación de fincas se fomenta la participación de la familia en el proceso de toma de decisiones. Es decir, se incluye los puntos de vista tanto a mujeres y jóvenes con la finalidad de tener una visión integral y que permita satisfacer necesidades tanto del grupo familiar como individuales contribuyendo de esta manera al desarrollo humano.

2.6.Potencial del uso de la herramienta “planificación de fincas” para la formación de políticas en el sector ganadero

La participación del grupo familiar para la toma de decisiones con respecto a las actividades de la finca, facilita y promueve la predisposición para organizarse no sólo en el hogar sino también dentro de la comunidad. De esta manera este proceso promueve la organización del sector ganadero por medio de la participación de los productores en la toma de decisiones y búsqueda de soluciones a problemáticas del sector como por ejemplo en la búsqueda de incentivos para la ganadería sostenible.

En el 2011 se inició el proyecto de políticas de ganadería sostenible en conjunto con la FAO. En este proyecto *“el principal desafío es encontrar nuevas posibilidades para que el sector ganadero contribuya de manera más eficaz a mitigar la pobreza, disminuir la inseguridad alimentaria y potencializar el desarrollo económico equitativo en Centroamérica”*.

En este contexto, el uso de la herramienta de planificación de fincas para la implementación de prácticas silvopastoriles es una estrategia que ayuda al mejoramiento de la rentabilidad y la provisión de servicios ecosistémicos. Por esta razón, debe ser prioridad para los entes gubernamentales encargados del sector ganadero como el MAG, promover capacitaciones a fin de que los productores conozcan y apliquen prácticas que aporten positivamente al ambiente y a la vez generen mejores beneficios económicos.

Si bien es cierto, en los sistemas evaluados la adopción de bancos de forraje es una de las alternativas para enfrentar la problemática de escasez de alimentos durante la época seca, es necesario que los productores conozcan sobre la importancia y los beneficios de otros tipos de sistemas silvopastoriles. Por ejemplo, la inclusión de árboles en potreros (árboles dispersos y cercas vivas) que provean forraje y/o frutos para el ganado, pasturas en callejones y además es importante que los productores puedan incluir árboles que permitan diversificar la producción y obtener frutos o madera de valor comercial.

Los encargados de extensión de entes privados o públicos como el Ministerio de Agricultura deben dar acompañamiento técnico para analizar junto con los productores las condiciones biofísicas y socioeconómicas de las fincas para determinar el SSP que se ajusta a sus necesidades y posibilidades. También deben promover buenas prácticas de manejo del ganado con el fin de que los productores interesados puedan acceder a procesos de certificación.

Finalmente, se debe considerar y promover la posibilidad de que los productores puedan contar con incentivos como por ejemplo el acceso a créditos diferenciados, certificación de buenas prácticas de manejo y pago por servicios ambientales, acceso a semillas para bancos de forraje, árboles de valor comercial o frutales, plantas para cercas vivas, reducción de impuestos a insumos, entre otros. De esta manera se superaría una de las barreras de adopción de los SSP que son los costos de inversión y mantenimiento y así impulsar buenas prácticas de manejo en el sector ganadero.

2.7. Conclusiones

La principal actividad propuesta en los planes de finca en los dos grupos de producción (carne y doble propósito) es la alimentación del ganado a corto plazo (< 1 año), ya que los productores buscan tener una respuesta animal más estable a lo largo del año.

La mejor alternativa silvopastoril propuesta por los productores en los planes de finca fue el establecimiento de bancos de forraje de caña y cratylia como fuente de energía y proteína respectivamente. Además, la estimación de la dieta a futuro demostró un incremento en la producción de carne y leche e ingresos para la familia.

De acuerdo al análisis financiero, la rentabilidad del banco forrajero de caña y cratylia es positiva a partir del segundo año de implementación.

La inclusión de árboles en potreros aporta significativamente al almacenamiento de carbono en fincas ganaderas. Esto se debe a que el carbono almacenado en las pasturas mejoradas con árboles es mayor que en pasturas naturales con árboles y en pasturas mejoradas sin árboles. El total de fincas analizadas (20) pueden llegar a almacenar hasta 2 985,4; 162,8 y 10,4 t C para cada sistema de pastura respectivamente. Por esta razón el uso de pasturas arboladas es una alternativa en el marco de la mitigación de GEI causados por la actividad ganadera.

2.8. Recomendaciones

La herramienta de "planificación de fincas" permite planificar actividades y desarrollar estrategias de manejo de tiempo y recursos. Con esta planificación se puede comprobar si las actividades programadas cumplen con los objetivos planteados, si los recursos previstos fueron los necesarios y si el tiempo estimado fue el adecuado.

Para la ejecución de los planes de finca es necesario que los productores cuenten con alternativas de financiamiento que permita iniciar la implementación de las actividades planificadas. Se pueden considerar el acceso a créditos bancarios, subsidios agrícolas, fortalecimiento de la capacidad de gestión económica. Además se debe contar con acompañamiento técnico con el fin de evaluar y recomendar las mejores opciones y actividades para cada finca.

Por otra parte, una vez realizadas las actividades prioritarias p.e. estrategias de alimentación o adecuaciones de infraestructura para el ganado, es recomendable que los productores tomen en cuenta la necesidad de contar con buena genética animal. De esta manera se con la alimentación y las condiciones adecuadas se puede lograr mejores rendimientos debido al potencial productivo de las razas mejoradas.

Diseñar planes de finca con mayor densidad de árboles (siempre y cuando no afecte negativamente las pasturas) para incrementar el almacenamiento de carbono sobre el suelo y de esta manera contribuir al desarrollo de la ganadería sostenible.

2.9. Agradecimientos:

Este trabajo se realizó gracias a la colaboración y participación activa de los productores de la cuenca media del río Jesús María. Se agradece además la participación y apoyo del personal del MAG–San Mateo y del INTA-Esparza.

2.10. Bibliografía

- Alvarado, J; da Veiga, J; de Santana, A. 2008. Quantificação do carbono em sistemas de uso-da-terra no Distrito de José Crespo E Castillo, Peru. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal* 16(3):139-152.
- Angel, P; Lascano, C. 1999. *Cratylia argentea*: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *In*. 1999. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Colombia, CIAT,, (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 181-193 p.
- Benavides, M. 2012. Evaluación del impacto socioeconómico de pasturas degradadas en fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús Maria, Costa Rica. (en línea). Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 13-09-13. Disponible en <http://biblioteca.catie.ac.cr:5151/repositoriomap/handle/123456789/80>
- Casanova Lugo, F; Petit Aldana, J; Solorio Sanchez, F; Castillo Caamal, J. Acumulación de carbono en la biomasa de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* asociadas y en monocultivo. *Revista Forestal Venezolana* 1(054).
- Casanova-Lugo, F; Petit-Aldana, J; Solorio-Sánchez, J. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 17(1):133-143.
- Castaño, V; Ibrahim, M; Delgado, J. 2008. Evaluación financiera de la inversión en tres prototipos de finca ganadera en el Pactfico Central de Costa Rica. *ACTA AGRON (PALMIRA)* 57(2):143-152.
- Chavarria, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 195 p.
- Flores, O; Bolivar, D; Botero, J; Ibrahim, M. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock research for rural Development* 10(1):1-10.
- Gobbi, J; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39/40):52-60.
- Holmann, F. 1999. Análisis ex-ante de nuevas alternativas forrajeras en fincas con ganado en sistemas de doble propósito en Perú, Costa Rica y Nicaragua. *Agricultura* 1(4.6):0.7.
- Holmann, F; Lascano, CE; Plazas, C. 2002. Evaluación ex-ante de *Cratylia argentea* en sistemas de producción de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Pastura Tropicales* (en impresión).
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas

- de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45:27-36.
- IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. Agriculture, Forestry and Other Land Use (15-11-2013). *In*. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Disponible en c-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html
- Lamela, L; Castillo, E; Iglesias, J; Pérez, A. 2012. Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. *Pastos y Forrajes* 28(1).
- Lemus de Jesús, G. 2008. Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 126 p.
- López, M; Pezo, D; Mora, J; Prins, C. 2007. El proceso de toma de decisiones en la adopción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* por productores de doble propósito en Rivas, Nicaragua. *Pastos y Forrajes* 30(1):1-1.
- Mahecha, L. 2009. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(2):226-231.
- Medina, C; Pérez, M; Ruiz, J. 2003. Cuantificación del carbono almacenado en suelo de café (*Coffea arabica* L.) con sombra en la Hacienda Santa Maura, Jinotega, Nicaragua (En línea). Consultado 10-12-13. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/calera/calera10/tema5.pdf>
- Murgueitio, E; Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* 13(3):26-35.
- Peña, M; Casanova, Á. 2010. Aproximación al concepto de planificación estratégica agropecuaria. *Revista Venezolana de Gerencia* 15(50):273-193.
- Pérez, P; Alarcón, Z; Mendoza, M; Bárcena, G; Hernández, G; Herrera, H. 2001. Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. *Téc. Pec. Méx* 39(1):39.
- Plaza, C; Lascano, E. 2005. Evaluación agronómica de variedades decaña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero. *Pasturas Tropicales* 27(2).
- Rincón, A. 2005. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR CON POTENCIAL FORRAJERO EN EL PIEDEMONTE LLANERO (en línea). *Revista Corpoica* 4(2). Consultado 07-11-13. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/sitioWeb/Archivos/oferta/EVALUACIONAGRONOMICADEVARIEDADESDECAADEAZCARCONPOTENCIALFORRAJEROENELPIEDEMONTELLANE.pdf>
- Robles, G; Oliveira, K; Villalobos, R. s-f. Evaluación de productos forestales no madereros en América Central (En línea). Consultado 10-12-13. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/ae159s/AE159S00.htm> - TopOfPage
- Sánchez, LJ. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas debancos orrajeros en Esparza, Costa Rica (12-11-13). Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1319E/A1319E.PDF>
- Sarmiento, L; Castañeda, H; Molina, J. 2010. Demanda de mano de obra y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. *Acta Agronómica* 59(3):363-371.
- Tello, M. 2013. Análisis de la herramienta del plan de finca en el proceso de innovación de

- los sistemas ganaderos en Muy Muy y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Uribe, T. 2000. Productividad y rentabilidad en la producción de carne con novillos Cebú utilizando bloques nutricionales y Zeranol bajo pastoreo intensivo en el trópico húmedo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, DF.
- Valverde, L. 2012. Evaluación de la percepción y los factores determinantes en la implementación de medidas de adaptación al cambio y variabilidad climática por los productores de leche de la cuenca del río La Villa, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- van Eek, E. 2005. Guía metodológica para la planificación participativa de fincas: versión con enfoque ganadero. Nicaragua (6)
- Varela, ED. 2009. El paisaje rural como indicador de sostenibilidad en áreas agroforestales. Recursos Rurais:89-96.
- Zamora, S. 2006. Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura, composición, conectividad y el stock de carbono presente en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.