

CAMBIO CLIMATICO

Percepción y medidas de adaptación al cambio climático implementadas en época seca por ganaderos en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua

Carlos Chuncho¹, Claudia Sepúlveda², Muhammad Ibrahim², Adriana Chacón², Benjamín Tamara² y Diego Tobar²

¹ Email: carguille2@gmail.com; cchuncho@catie.ac.cr (autor para correspondencia)

² Profesores Investigadores, CATIE, Turrialba: csepul@catie.ac.cr, mibrahim@catie.ac.cr, achacon@catie.ac.cr, tamara@catie.ac.cr, dtobar@catie.ac.cr

Resumen

Nicaragua por efecto de la sequía está siendo afectada, lo que ha traído consigo problemas de disminución de la oferta de forraje, predominio de explotaciones ganaderas; además, consecuencias como la baja producción de leche por vaca y tamaño del hato. Frente a la problemática ocasionada por las sequías, existen propuestas de adaptación que contemplan esencialmente el fortalecimiento de las capacidades institucionales, protección de zonas de recarga para mejorar la infiltración, para el fomento de la reforestación; y, principalmente prácticas agrosilvopastoriles. En este estudio se caracterizaron las fincas ganaderas de producción lechera en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, con el fin de analizar la percepción, efectos y estrategias de adaptación de los ganaderos al cambio climático; además, se analizó el potencial productivo de los sistemas silvopastoriles como alternativa de producción en la época seca; finalmente, la rentabilidad financiera de los sistemas de producción. Los resultados indican que existen dos sistemas de producción: convencionales y silvopastoriles. Estos dos sistemas de producción tienen la misma percepción del cambio ocurrido en el clima. En cuanto a la producción de leche en los SC y

SSP, sus producciones difieren estadísticamente ($p < 0,05$), debido al tipo de alimentación que recibe el ganado, principalmente leguminosas arbustivas y el alto porcentaje de superficie destinado a pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros. Los resultados del análisis financiero indican que las fincas que cuentan con SSP son financieramente rentables. Las fincas con SSP presentaron un VAN positivo de US\$ 845,85; mientras que las fincas con SC presentaron US\$ 543,52.

Palabras claves: cambio climático, percepción, análisis financiero.

Abstract

Nicaragua as a result of drought is being affected, which has brought problems of reduced supply of forage and livestock dominance; in addition, consequences such as low milk production per cow and herd size. Faced with the problems caused by drought, there are proposals of adaptation that essentially include strengthening of institutional capacities, protection of recharge areas to improve infiltration, to promote reforestation;

and most importantly agroforestry practices. In this study they characterized dairy cattle farms in Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, to analyze the perception, effects and coping strategies of farmers to climate change; in addition, analyzed the productive potential of agroforestry systems as an alternative to production in the dry season; finally, the financial profitability of production systems found in the study area. The results indicate that there are two production systems: conventional and silvopastoral. These two systems of production have the same perception of change climate. The milk production in the systems conventional and silvopastoral differ statistically ($p < 0,05$), due to the type of feed the cattle receive, mainly leguminous shrub base and the high percentage of area devoted to improved pasture with scattered trees. The results of financial analysis indicate that systems silvopastoral are financially profitable. Farms with silvopastoral systems presented a positive NPV of USD 845,85 and a cost benefit of 1,50, while the systems conventional presented USD 543,52 and a cost benefit of 1.51.

Key words: climate change, perception, financial analysis.

Introducción

América Latina y el Caribe debido a sus características geográficas y topográficas, son vulnerables al cambio climático, sumado a ello el aumento de los eventos meteorológicos, han provocado en los últimos años inundaciones, sequías y deslizamientos que se han incrementado 2,4 veces en comparación con los periodos 1970-1999 y 2000-2005; frente a estos problemas, el estudio de la percepción desempeña un papel clave en políticas y en sistemas de gestión ambiental, porque incorpora valores sociales y culturales (Adger 2003); además, son de interés considerable para los planificadores y tomadores de decisión locales, así como para evaluar las expectativas, el comportamiento y la capacidad de adaptación de las comunidades a fin de desarrollar estrategias adecuadas y socialmente aceptables de adaptación (Button, 2010, Leiserowitz, 2005).

Las percepciones ambientales son entendidas como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno he influyen de manera importante en la toma de decisiones del ser humano sobre el ambiente que lo rodea. La naturaleza de la percepción incluye un orden de información, sentimientos y un entendimiento (Barber et al. 2003); sin embargo, lo percibido por las personas puede ser radicalmente distinto a la realidad objetiva del medio ambiente. Los principales factores que influyen en la percepción son: el receptor, el objetivo y la situación.

El objetivo de la siguiente investigación fue evaluar las tecnologías productivas que los productores implementan como medida de adaptación a los efectos del cambio climático, para incrementar la productividad de leche en época seca.

Materiales y metodos

Descripción del área de estudio

El área de estudio abarca los territorios de los Municipios Paiwas y Río Blanco, pertenecientes al Departamento de Matagalpa, Nicaragua. En el área de estudio existen dos zonas predominantes, una Tropical Seca y otra Tropical Húmeda. Posee una estación marcada entre los meses de diciembre a mayo, y una precipitación entre 2400 y 2600 mm. La temperatura promedio anual oscila entre los 16 y 25°C. La zona de estudio tiene una altitud promedio de 275 msnm. Las principales actividades económicas que generan fuentes de trabajo en los municipios son: la ganadería y la agricultura, destacando los cultivos de frijoles, maíz y cacao.

Tipologías de fincas, percepción, efectos y estrategias de adaptación al cambio climático.

En la zona de estudio se caracterizaron las fincas para conocer los tipos de sistemas de producción, para ello se seleccionaron 288 productores que venden directamente la leche a Nestlé. De los productores seleccionados, mediante un muestreo aleatorio simple (Casas et al. 2003), se eligieron 69 productores. Se diseñó una entrevista semiestructurada para recopilar

información biofísica y socio-económica acerca de las fincas ganaderas; además, cuál es la percepción, conocimiento y efectos que ha provocado el cambio climático; y, que medidas de adaptación aplican los ganaderos frente a los cambios en el clima. Con la información biofísica y socio-económica, se aplicó un análisis de conglomerados, empleando como medida de distancia Gower y como técnica de agrupación el Método Ward, tomándose como variables de clasificación a la producción de leche, área total destinada a la ganadería, tecnologías silvopastoriles aplicadas en la finca y el sistema alimentario. Con la información de la percepción, conocimiento y efectos sobre el cambio climático y las medidas de adaptación que aplican los ganaderos frente a los cambios en el clima, se aplicaron técnicas multivariadas, que consistió en el uso de Tablas de Contingencia ($\chi^2=0,05$), Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y de Componentes Principales (CP). Con el análisis ACM, se determinó que estrategias están más relacionadas con los dos sistemas de producción estudiados; y con el análisis de CP se determinó que tecnologías se relacionan con la alta producción de leche.

Potencial productivo de los sistemas silvopastoriles

De cada tipología encontrada en la zona de estudio, mediante un muestreo aleatorio simple,

se eligieron siete fincas (Casas et al. 2003). En estas fincas se realizó un análisis de las siguientes variables: materia seca (kgMS/ha) de pasturas naturales, mejorados y de corte, medida en la época seca y lluviosa; producción de leche (kg/vaca/día), medida en las fincas seleccionadas de cada sistema de producción y en época seca y lluviosa; además, se midió en los sistemas de producción encontrados el carbono (ton C/ha) en el componente arbóreo y la cobertura arbórea (%), para ello, en las fincas seleccionadas con potreros < 1 ha se realizó un censo total de las especies arbóreas, en potreros de 1 – 5 ha se estableció una parcela de 1 ha, en potreros de 5 – 10 ha se establecieron dos parcelas de 1 ha, y en fincas con potreros > 10 ha se establecieron 3 parcelas de 1 ha. Para determinar la biodiversidad se usó los Índices de Biodiversidad (IBSA) (Cuadro 1). El IBSA es un Índice de Biodiversidad para el Pago de Servicios Ambientales que se la da a cada uso del suelo (Sáenz y Villatoro, 2005). Con la información obtenida se realizó análisis multivariado exploratorio para visualizar la relación entre los sistemas de producción estudiados. Además, se realizó un análisis de regresión lineal para determinar la relación entre variables de producción de biomasa forrajera y cobertura arbórea. Se usó el software estadístico Infostat y Statgraphics 2010.

Cuadro 1. Índice de biodiversidad de cada uno de los usos del suelo en las fincas seleccionadas en Río Blanco y Paiwas.

Usos del suelo	simbología	Índice de conservación IBSA
Bosque primario	BP	0,97
Bosque secundario	BS	0,93
Tacotal	SV	0,62
Bosque ripario	BR	1,03
Pastura natural con árboles dispersos (baja densidad)	PNADbd	0,47
Pastura natural con árboles dispersos (alta densidad)	PNADad	0,77
Pastura mejorada con árboles dispersos (baja densidad)	PMADbd	0,36
Pastura mejorada con árboles dispersos (alta densidad)	PMADad	0,62
Bancos forrajeros	BF	0,73
Cultivos anuales	CA	0,01
Infraestructura	IN	0,00

Análisis financiero

Mediante un muestreo aleatorio simple se eligieron siete fincas de cada sistema de producción. En las fincas seleccionadas se aplicó una entrevista semiestructurada para obtener información general de la familia y de la finca, en el cual se consideraron aspectos socioeconómicos; composición del hato; registros de la actividad productiva; existencia de instalaciones; maquinaria y equipos; producción de la finca (ingresos); costos de producción y establecimiento; mantenimiento del hato, pasturas, bancos forrajeros, y uso de combustible. La información fue obtenida desde el año 2007 al 2010. Para el análisis financiero se consideraron indicadores como: valor actual neto y el beneficio costo. El flujo de caja fue expresado en dólares americanos con el siguiente tipo de cambio (promedio de cada año): año 2007: 18,44 córdobas (US\$1); año 2008: 19,37 córdobas (US\$1); año 2009: 20,24 córdobas (US\$1); año 2010: 21,05 córdobas (US\$1). La tasa de descuento utilizada fue de 10,16% (Banco Central de Nicaragua, 2010). En relación a parámetros de producción, se tomó en consideración la producción anual de los ganaderos. El precio de la leche se basó a los concedidos por Prolacsa: año 2007: \$0,339/litro; año 2008: \$0,323/litro; año 2009: \$0,309/litro; y, 2010: \$0,297/litro. Los costos obtenidos mediante las encuestas fueron nominales, y para realizar el flujo de caja se transformaron a costos reales, para ello se usó un deflactor tomándose como año base el 2010. Con los costos transformados a reales se realizó la estructura de costos e ingresos, tomándose en cuenta los gastos en efectivo. Los ingresos efectivos y no efectivos fueron calculados sobre la base de la producción y precios de venta reportados. Con la información obtenida se efectuó un análisis de estadística descriptiva, con el fin de establecer las medias por grupo de clasificación y sistema tecnológico evaluado.

Resultados

Tipologías de fincas

La Figura 1 muestra el resultado del análisis de conglomerados, las cuales mostraron dos sistemas de producción: sistemas silvopastoriles (SSP) y convencional (SC) ($p<0,05$). Las fincas con sistemas silvopastoriles (SSP) (30,4% de las fincas muestreadas) tienen un área total de finca entre 14,9 y 210,9 ha y en promedio una área dedicada a la ganadería de 64,5 ha. En las fincas con sistema ganadero convencional (SC) (69,6% de las fincas muestreadas), el área total de finca varió entre 14,10 y 246 ha y un área dedicada a la ganadería en promedio de 54,7 ha. En cuanto al uso del suelo, en la zona de estudio hay un mayor porcentaje destinado a pasturas naturales y mejoradas con árboles dispersos; los ganaderos con SC destina 71,95% a pasturas naturales, mientras los ganaderos con SSP tienen 54,59%; es decir, hay un ligero incremento del grupo de ganaderos con SC; sin embargo, las fincas con SSP tienen 26,67% destinada a pasturas mejoradas con árboles dispersos, y 3,65% a pastos de corte, frente a los 7,19% y 1,26% que tienen las fincas con SC para pastura mejorada con árboles dispersos y a pastos de corte respectivamente. En cuanto al sistema alimentario, el grupo de ganaderos que incorpora el mayor número de recursos endógenos es el SSP (*Gliricidia sepium*; *Cratylia argentea*; *Saccharum officinarum*; *Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides* y *Pennisetum purpureum Schum*), mientras que las fincas con SC utilizan mayor cantidad de recursos exógenos como: sal comercial (95,8%) y recursos endógenos como la caña de azúcar (83,3%); el uso de estos recursos hace que las fincas con SC tengan baja producción de leche (Cuadro 2), 2,9 kg/vaca/día; lo contrario que sucede con las fincas con SSP, que presentaron 4,6 kg/vaca/día. Estas fincas realizan mayormente una explotación de pastoreo extensivo (95%); siendo este el más difundido en países tropicales y subtropicales (Mijail et al. 2003).

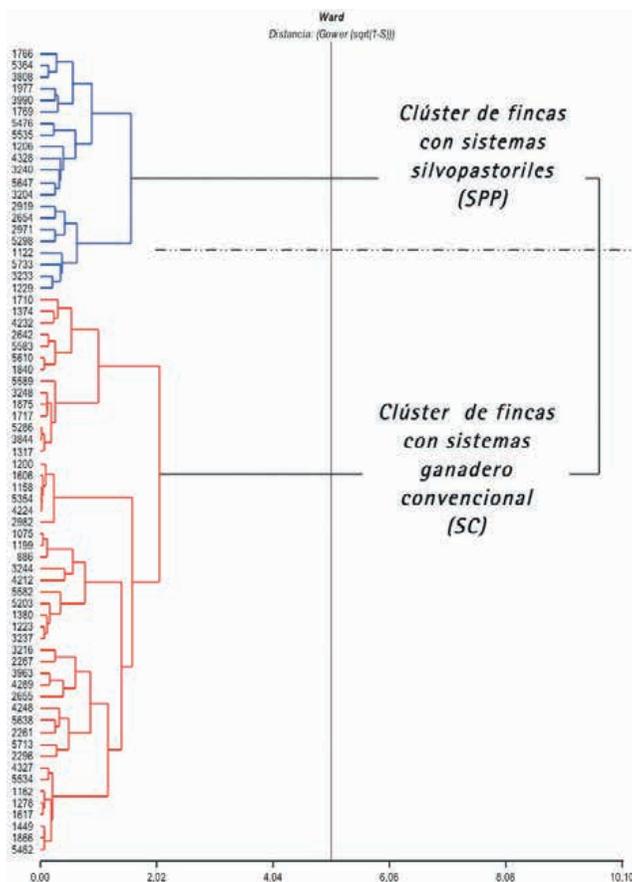


Figura 1. Dendrograma con tipología de fincas ganaderas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Cuadro 2. Características Cuantitativas de los Sistemas convencional y silvopastoril en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Variable	Unidad	Sistema Ganadero Convencional (SC) Media	Sistema Ganadero Silvopastoril (SSP) Media	p-valor	
Producción/vaca/día	Litro	2,9	4,6	0,0001	**
Área para la ganadería	Ha	54,7	64,5	0,4198	Ns
Tamaño de la finca	Ha	67,8	75,0	0,5950	Ns

** p<0,01 de acuerdo con Prueba T (Bilateral)

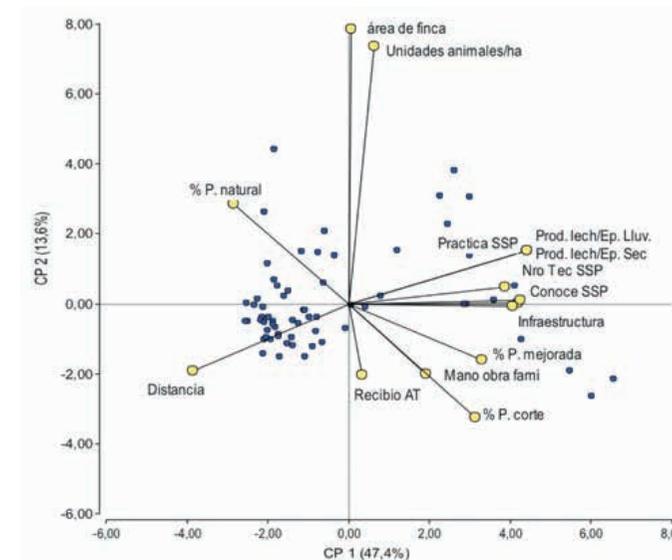


Figura 2. Localización en el espacio bidimensional de las variables cuantitativas de prácticas de manejo, producción y de conocimiento: primer plano factorial representando un 47,4% de la varianza (líneas partiendo del origen representan las variables cuantitativas y los puntos representan las fincas de la muestra evaluadas).

Percepción, efectos y estrategias de adaptación al cambio climático

En la zona de estudio los ganaderos que aplican SC y SSP tienen la misma percepción del cambio ocurrido en el clima (p>0,05). Además, los productores señalan que hay variaciones del clima; por ejemplo: el comportamiento de la temporada seca en la zona de estudio, los ganaderos con un 81,16% señalan que se alargado, que sigue igual un 17,39% y que se acortado solo un 1,45%. Como consecuencia del alargamiento de la temporada seca, ha causado muerte de animales (20,29%), disminución de agua (18,84%), disminución de pastos (27,54%), pérdida de cultivos (15,94%), baja producción de leche (20,29%) y daños en el suelo (4,35%). Mientras que las lluvias intensas están provocando renquera y mucosidad en

un mayor porcentaje (52,17%), derrumbes (30,43%), baja producción de leche (10,14%) y siembras tardías (07,25%). Frente a los problemas antes mencionados, los ganaderos en la zona de estudio ya vienen aplicando medidas de adaptación al cambio climático, entre las principales medidas están (Figura 3): presencia de animales resistentes a la sequías y calor, 76,81%; suplementación con bancos forrajeros, 75,36%; siembra de pastos mejorados 71,01%; cambio de pasturas naturales a mejoradas, 68,12%; establecimiento del bosque riveroño y la ampliación de bancos forrajeros, 66,67%; protección del bosque 63,77%, establecimiento de árboles en potreros, 53,62%; y, finalmente, con un 37,68% la implementación de bancos forrajeros, la búsqueda de capacitación, y la protección de ríos y quebradas.

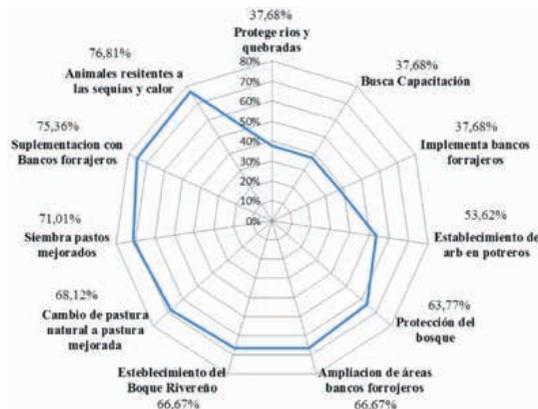
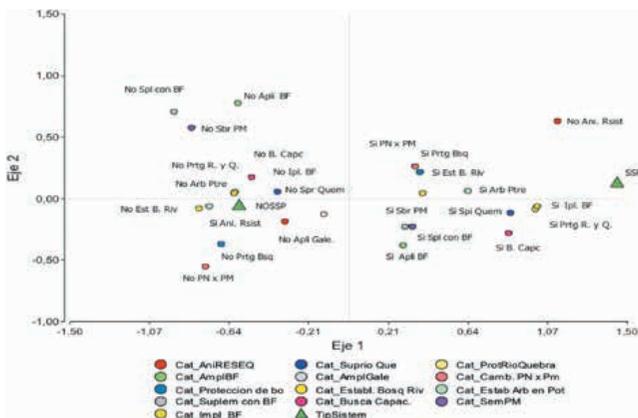


Figura 3. Principales medidas de adaptación aplicadas por los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

En cuanto a las medidas que están aplicando los ganaderos que aplican SSP (Figura 4), están principalmente la implementación de bancos forrajeros (100%), la disminución de quemas (80%), la presencia de árboles dispersos en potreros (100%),

la protección de ríos y quebradas, y la búsqueda de capacitación. En cuanto a los ganaderos que aplican sistemas convencionales, la medida que más aplican, es la búsqueda de animales resistentes a las sequias (91,84%) (Figura 4).



- | | |
|--|---|
| AniRESEQ : animales resistentes a la sequia | Establ. Bosq Riv : establecimiento de bosque rivereno |
| AmplBF : ampliación de bancos forrajeros | Busca Capac : busca capacitación |
| Protección de bo : protección del bosque | ProtRioQuebra : protege ríos y quebradas |
| Suplem con BF : suplementación con bancos forrajeros | Camb. Pn x Pm : cambia pastura naturales por pasturas mejoradas |
| Impl_BF : implementación de bancos forrajeros | Estab Arb en Pot : establecimiento de árboles en potreros |
| Suprio Que : suprimir quemas | SemPM : siembra pasturas mejoradas |
| AmplGale : ampliación de galeras | |

Figura 4. Localización en el espacio bidimensional de las variables cualitativas de las principales estrategias que aplican los dos sistemas de producción. El eje 1 y 2 explican el 52,35 % de inercia en los datos.

Potencial productivo de los sistemas silvopastoriles

Los ganaderos con SSP que tienen árboles dispersos en potreros, presentaron más cantidad de biomasa forrajera que los ganaderos con SC. Los ganaderos con SSP presentaron 726,12 kg MS/ha en época seca de pasto natural (*Ischaemum ciliare*); mientras que los ganaderos con SC presentaron 359,80 kgMS/ha. El SC presentó 6,29%, con una densidad de árboles de 26, 5 árboles/ha; mientras que los SSP tuvieron 18,5% de cobertura arborea con densidad de árboles de 48,44 árboles/ha. Para determinar si efectivamente hay una relación entre biomasa forrajera y porcentaje de cobertura arborea, se realizó un análisis de regresión lineal, el cual mostró un efecto cuadrático ($R^2= 62,19\%$) entre las dos variables en la época seca ($p<0,05$) (Figura 5.)

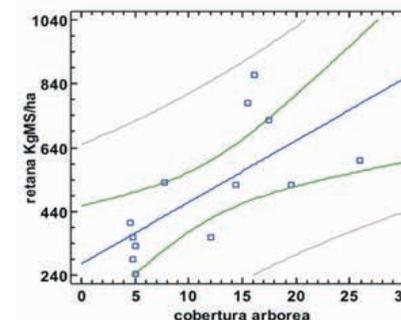


Figura 5. Relación cobertura arborea y pasturas naturales en Río Blanco y Paiwas Nicaragua, 2010.

Uno de los indicadores que demuestra la importancia de los SSP, es la producción de leche. Las producciones del SC y SSP, difieren estadísticamente ($p<0,05$) debido al tipo de alimentación que recibe el ganado. Los ganaderos con sistemas silvopastoriles les brindan King grass verde, Cratylia y madero negro (relación 2:1:0,5 respectivamente: 10,87 kg de MV/vaca), mientras que los ganaderos con sistemas convencionales les brinda caña de azúcar y King grass (12,90 kg de MV/vaca).

Del uso de los indicadores de conservación del IBSA, se determinó que los ganaderos que aplican SC tienen un índice de conservación del 0,55, mientras que los ganaderos que aplican SSP tuvieron 0,73.

En la zona de estudio se determinó que los SSP tienen mayor cantidad de carbono frente a los que aplican SC. Las fincas con SSP presentaron 12,19 t C/ha de la biomasa arborea y las fincas SC 5,34 t C/ha. A los valores de carbono provenientes de la cobertura arborea, se suma el incremento de carbono bajo el suelo que brindan las pasturas mejoradas con árboles; lo contrario que sucede con las pasturas degradadas que no tienen esta propiedad (Ibrahim et al. 2007). Finalmente, el mejoramiento de pasturas y el aumento de la cobertura arborea pueden hacer que usos de la

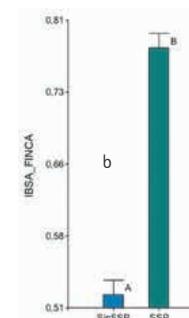
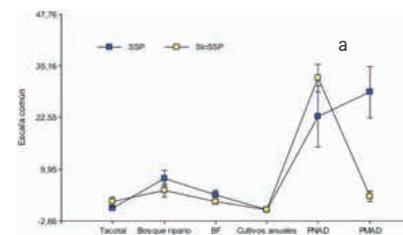


Figura 6. (a) Biodiversidad presentada en cada uso del suelo en los SSP y SC; (b) diferencias significativas encontradas en los IBSA de los SC y SSP

tierra como las pasturas degradadas presenten un alto potencial de secuestro de carbono a nivel de finca (Ibrahim et al. 2007).

Análisis Financiero

La fuente principal de ingresos de los ganaderos en la zona de estudio proviene de la venta de leche. Los ganaderos que aplican SSP presentan un promedio de ingresos de US\$ 401,24/ha y los ganaderos con SC reciben US\$ 258,62/ha (Cuadro 3). La mayor parte de los ingresos provienen de la venta de leche, que representa el 72,34%, seguido de la venta de ganado con 26,93% y en menor porcentaje la venta de leña con un 0,73%.

Los resultados del análisis financiero indican que las fincas con SSP son financieramente rentables. El resultado arrojó un VAN (valor actual neto) positivo de US\$ 845,85 y un beneficio costo de 1,50 para las fincas que aplican SSP; mientras que las fincas con SC presentaron US\$ 543,52 y un beneficio costo de 1,51. El VAN mostró diferencias significativas ($p > 0,10$) entre los sistemas de producción con un nivel de significancia del 90%. En cuanto al análisis beneficio costo entre los dos sistemas de producción no hubo diferencia

estadística ($p = 0,8320$) con un nivel de confianza del 95%.

Discusión

Tipologías de fincas

De los resultados expuestos sobre las tipologías de fincas, los ganaderos que implementan sistemas silvopastoriles (Figura 2) mostraron una relación positiva con la producción de leche, tanto en época lluviosa como seca, esto se debe a la implementación de pasturas mejoradas con árboles dispersos y asocio de gramíneas y leguminosas (*Gliricidia sepium*; *Cratylia argentea*; *Saccharum officinarum*; *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* y *Pennisetum purpureum Schum*) (Sáenz 2006; Milera et al. 2001; Ruiz y Febles, 1998). Estas prácticas de uso de gramíneas arbustivas como: *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* que tienen un alto valor nutritivo (Botero et al. 1999; Ibrahim et al. 1999 y Lykke, 2000), les ha permitido tener mejor producción en época seca respecto del grupo de ganaderos con SC. Estos porcentajes señalan que las fincas con SSP cuenta con tecnologías silvopastoriles tales como: alta densidad de árboles dispersos en

potreros, bancos forrajeros, y otras tecnologías como: cortinas rompe vientos, frente al grupo de ganaderos con (SC) que no las posee. Estas tecnologías silvopastoriles nos permiten señalar que son parte de una ganadería amigable con el ambiente (Navas, 2007).

Percepción, efectos y estrategias de adaptación al cambio climático

De los resultados expuestos en la zona de estudio, los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles y convencionales tienen la misma percepción del cambio ocurrido en el clima, lo que se relaciona con lo afirmado por Magrin et al. (2007); Taylor et al. (2010) y Bueno et al. (2008), quienes señalan que el incremento de temperatura de los últimos 50 años es dos veces mayor al aumento de los últimos 100 años; no obstante, frente a los problemas que se dan por efecto de las variaciones en el clima, los productores aplican principalmente la implementación de bancos forrajeros, la disminución de quemadas, la presencia de árboles dispersos en potreros, la búsqueda de capacitación y la protección de ríos y quebradas. Estas medidas de adaptación a los cambios en el clima ya se vienen implementando en otra regiones (Souza de Abreu et al. 2000; Cajas y Sinclair, 2001).

Los ganaderos con sistemas convencionales, la medida que más vienen aplicando es la búsqueda de animales resistentes a las sequías. Esto se debe al efecto del estrés calórico que están sufriendo sus animales y a la falta de interés en la implementación de árboles dispersos en potreros, lo que les ha traído consecuencias en la baja en la producción de leche. Estudios realizados por Souza de Abreu (2002), Ojeda et al. (2003), señalan que los árboles dispersos en potreros tienen un efecto positivo en la productividad y en la producción de forraje en la época seca. Además, mediante un Análisis de Correspondencia se determinó que la implementación de bancos forrajeros y la implementación de árboles dispersos en potreros ayudan con el incremento de la producción de leche. Al respecto Ibrahim et al. (2001) señala

que la implementación de bancos forrajeros como suplemento, incrementa hasta un 20% en la producción de leche y en zonas con altas temperaturas, la presencia de árboles mitiga el estrés calórico del ganado, contribuyendo al incremento en la producción de leche y carne.

Potencial productivo de los sistemas silvopastoriles

Los ganaderos con SSP presentaron más cantidad de biomasa forrajera que los ganaderos con SC. Estas diferencias en cantidades de biomasa se debieron al efecto benéfico del porcentaje de la cobertura arbórea, y a la densidad de árboles por hectárea, presentando los ganaderos con sistemas convencionales menor densidad y cobertura arbórea, frente a los ganaderos con sistemas silvopastoril. Es importante mencionar, que las pasturas que crecen bajo la sombra de la copa de los árboles, presentan mejor calidad nutritiva comparadas con las pasturas que crecen a plena exposición solar (Ribaski 2000); además, el suelo presenta una mejor fertilidad, debido al ciclaje de nutrientes dentro de los potreros (Navas 2007; Fernández, et al. 2006; Trujillo 2000).

Los ganaderos con SSP presentaron mayor producción de leche, debido al tipo de alimentación que recibe el ganado. Los ganaderos con SC les brindan únicamente caña de azúcar y King grass. Las leguminosas king grass verde y caña de azúcar son de baja calidad (Sanchez 2007) respecto de las leguminosas arbustivas *cratylia* y madero negro (Peters et al. 2003, Holguin y Ibrahim 2005); además, la combinación entre king grass con *cratylia* y caña con *cratylia*, producen un incremento del 25% en la producción de leche (Holmann y Lascano, 1998, Lascano y Plazas 2003). Otra de las influencias que determinó que tengan mayor producción de leche los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles (SSP) es el alto porcentaje de área destinada para pasturas mejoradas con árboles dispersos. Estas dos variables mostraron un efecto cuadrático ($R^2 = 51%$) entre las dos variables ($p < 0,05$).

Cuadro 3. Flujo de caja presentada en los SSP y SC en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Rubros	Sistema silvopastoril	Sistemas convencional
	US\$/ha	
TOTAL INGRESOS	401,23	258,61
Costos Fijos	13,71	6,56
Costos variables	137,63	89,56
Mano de obra	52,01	29,86
Alimentación	36,92	31,27
Agroquímicos	5,92	3,94
Productos veterinarios	8,21	6,87
Mantenimiento	28,58	15,54
Otros	5,97	2,05
TOTAL EGRESOS	151,34	96,12
UTILIDAD TOTAL	249,88	162,49
Depreciación de activos fijos	13,71	6,56
FLUJO NETO DEL PROYECTO	263,5975	169,05

Los ganaderos que aplican SSP presentaron un mayor Índice de Biodiversidad para el Pago de Servicios Ambientales (IBSA) que los ganaderos con SC, debido a la mayor cantidad de especies arbóreas, arbustos y pastos que tienen las fincas que aplican SSP. El efecto de tener árboles en potreros, permite que haya hábitats y recursos complementarios para las especies de plantas y animales (Sáenz 2006; Menacho y Sáenz 2004); además, contribuyen a la conectividad del paisaje, permitiendo conexiones y sitios de paso para el movimiento de especies animales (Sáenz 2005); finalmente, sirven como amortiguadores entre áreas protegidas y áreas de producción más intensivamente utilizadas (Sáenz, 2005; Pagiola et al. 2007).

Análisis Financiero

En la zona de estudio, los ganaderos que aplican SSP presentaron mayores ingresos, debido a las tecnologías silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas que aplican. En Nicaragua, los pequeños productores dan una mayor orientación a la producción de leche, de la cual proviene la mayor parte de sus ingresos; sin embargo, en la medida que incrementa el tamaño de la explotación, aumenta la participación de la carne en la generación de los ingresos, hasta alcanzar un 58% (MAGFOR, 2008).

Las fincas con SSP son financieramente más rentables, mostrando un mayor VAN, frente a las fincas con SC, debido a la implementación de bancos forrajeros y las pasturas mejoradas con árboles dispersos, constituyendo en una opción factible, comparativamente a un sistema que no aplica tecnologías silvopastoriles. El beneficio costo en los sistemas de producción no hubo diferencias significativas; sin embargo, este indicador nos indica que hay una rentabilidad entre el SSP y SC, con la diferencia que los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles tienen mayores ventajas económicas (Gobbi y Casasola, 2003). En este análisis financiero no se consideró el costo de oportunidad de la tierra.

Conclusiones

- En la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, las fincas productoras de leche se clasificaron en dos grandes grupos: sistemas ganaderos convencionales y sistemas ganaderos silvopastoriles. Las fincas con sistemas silvopastoriles tienen mejores indicadores productivos, ambientales y sociales, atribuidos a distancias cortas a centros poblados, y al mayor acceso a información y capacitación.
- Los productores ganaderos tienen una percepción acertada sobre el cambio climático y los efectos que causa sobre sus sistemas de producción; esto les permite tomar decisiones adecuadas y oportunas sobre qué medidas de adaptación aplicar en las fincas para revertir los problemas derivados de veranos intensos y obtener mayores beneficios.
- Los sistemas Silvopastoriles constituyen la principal medida de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas de los municipios de Paiwas y Río Blanco; estos sistemas incrementan la producción de leche en la época seca y generan servicios ambientales como: Biodiversidad y Carbono, lo cual tiene impactos positivos en los medios de vida de las familias ganaderas.
- Los sistemas ganaderos silvopastoriles son más rentables que los sistemas ganaderos convencionales. Esta rentabilidad está relacionada con la mayor adaptación a épocas secas prolongadas y a eventos extremos, sin necesidad de dar mayores aportes nutricionales al ganado.

Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador por el aporte financiero para la ejecución del proyecto de tesis; al Proyecto Innovaciones Tecnológicas, CATIE-NESTLE del Programa de

Ganadería y Manejo del Medio Ambiente del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica, por el apoyo técnico y logístico; finalmente, un agradecimiento a la comunidad de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua por colaborar con este estudio.

Literatura citada

- Adger, W.N. (2003) Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. *Economic Geography* 79, 4, pp. 387-404.
- Barber J, Biddlecom A, Axinn W. 2003. Neighborhood social change and perceptions of environmental degradation. *Population and Environment*. 25(2):77-108.
- Botero, J.; Ibrahim, M.; Bouman, B.; Andrade, H.; Camargo, J.C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23):60-62 pp.
- Bueno, R.; Herzfeld, C.; Stanton, E.; Ackerman, F. 2008. The caribbean and climate change. The costs of inaction. Tufts university. Stockholm Environment Institute—US Center Global Development and Environment Institute, Tufts University. 37 pp
- Button, C. 2010. Risk Perception Et Adaptation to Climate Change: Comparative Case Studies. Understanding and communicating adaptation. Department of Geographical and Environmental Studies, The University of Adelaide, Australia. pp 15
- Cajas, Y.M Sinclair, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral system on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia *Agroforestry Systems* 53:215-225.
- Casas Anguita J., J.R. Repullo Labrador y J. Donado Campos. 2003. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tra-

tamiento estadístico de los datos (I) *Atención Primaria*; 31(8):527-38. Consultado el 5 de noviembre. Disponible en <http://external.doyma.es/pdf/27/27v31n08a13047738pdf001.pdf>

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2010. *InfoStat*, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Fernandez, M.; Gyenge, J.; Schilchler, T. 2006. Sistemas Silvopastoriles en la Patagonia: primeros resultados de una nueva perspectiva de producción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. *Manual de Agroforestería*. Revista 'Sig Pafc'. No 15 año 8. IGAC. pp. 5.

Gobbi, J.; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Avances de investigación. Agroforestería en las Américas* Vol. 10 N°39 - 40. Pp 52-60.

Holguín, V.; Ibrahim, M. 2005. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Pp 24.

Holmann, F. y Lascano, F. 1998. Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: el consorcio tropileche. Primer Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito, Maracaibo, Venezuela.

Ibrahim, M.; Camero, A.; Jair, H.; Camargo, J.C. 1999. *Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central*. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, FAO, SIDE. p. 177-198.

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.
- Ibrahim, M.; Schlönvoigt, A.; Camargo, C.; Souxa, M. 2001. Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In International Grassland Congress (19, 2001, Brasil). Proceedings. Brasil. p. 645-649.
- Lascano C.; Plazas. C. 2003. Utilidad de la leguminosa semiarborescente *Cratylia argentea* en sistemas de ganado doble propósito del piedemonte llanero: Validación y difusión. Proyecto CIAT-Pronatta, Centro internacional de agricultura tropical.
- Leiserowitz, A. (2005) American Risk Perceptions: Is Climate Change Dangerous. Risk Analysis, Vol. 25, No. 6,
- Lykke, A. M. 2000. Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woodysavana vegetation in Senegal. Journal of Environmental Management 59: 107120.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua) 2008. Subprograma Inversión de desarrollo integral para la producción de leche en polvo de alcance regional. Managua, Nicaragua. 100 pp
- Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre and A. Villamizar, 2007: Latin America. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 581-615.
- Menacho, R.; Sáenz, J. 2004. Monitoreo de la avifauna en fincas con sistemas de producción silvopastoril del Cantón de Esparza, Costa Rica. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre para Mesoamérica y el Caribe, Universidad Nacional. Zeledonia (6): 2: 2-6.
- Mijail, A.; Bornemann, G.; Campo, L.; Arana, I.; Sotelo, M.; Ramírez, F.; Castañeda, E. 2003. Biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central. Centro de Diversidad Animal. Dirección de Postgrado, UCA, Managua, Nicaragua. Universidad de Cantabria, Cantabria, España. CENADE Centro de Acción y Apoyo al desarrollo Rural), Managua, Nicaragua. Cuadernos de Investigación UCA, 15, 77 p.
- Milera M, Lamela L, Hernández D, Hernández M, Sánchez S, Petón G, Soca M. 2001. Sistemas intensivos con bajos insumos para la producción de leche. Pastos y forrajes. 24 (1): 49-58.
- Navas, A. 2007. Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 77pp.
- Pagiola, S.; Ramírez, E.; Gobbi, J.; Haana, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E. Ruiz, J. 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. Ecological economics 64 (2007) 374 – 385
- Ribaski, J. 2000. Influencia del Algarrobo *Prosopis juliflora* en la Disponibilidad y Calidad del Forraje de Pasto *Buffel Cenchrus ciliaris* en la Región Semi-árida Brasileira. (en línea) Consultado el 15 de diciembre. Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/> Ribaski. htm
- Ruiz, T.E. y Febles, G. 1998. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción Animal en Latinoamérica. 13pp
- Sáenz, J y Villatoro, F. 2006. Un índice para valorar usos del suelo en agropaisajes rurales de Mesoamérica. Boletín Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Vol 10(3). pp 139.
- Smith R R, Moreira L V y Latrille L L 2002 Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. Agricultura Técnica (Chile). [Online]. July 2002, Volumen 62, No.3, P.375-395. Consultado el 10 de diciembre. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365z8072002000300004&script=sci_arttext&tlng=es
- Souza de Abreu; Ibrahim, M.; Harvey, M.; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de la fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería de las Américas 7(26): 53-56.
- Taylor, M.; Campbell, J.; Stephenson, T.; Whyte, F.; Watson, R.; Centella, A.; Borrajo, I.; Bezanilla, A.; Rivero, R.; Charley, J. 2007. Glimpses of the future. A briefing from the précis Caribbean climate change project. Insmet, Uwi, Ccccc. Department of physics, University of west indies Kingston 7. Jamaica. 26 pp.