



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

**Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio
climático que implementan en la época seca los productores de
leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua**

Por

Carlos Guillermo Chuncho Morocho

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Turrialba, Costa Rica, 2011

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

MAGISTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

FIRMANTES:

Claudia Sepúlveda, M.Sc.
Consejera Principal

Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Adriana Chacón, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Tamara Benjamin, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Diego Tobar, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado

Carlos Guillermo Cauncho Morocho
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres Guillermo y María Rosario, por sus sacrificios y por enseñarme de principio y hasta ahora lo mejor que tiene la vida, sencillamente son lo mejor que tengo.

A mis hermanos, Jack, Melina y Juan C. por su fraternidad mostrada durante mucho tiempo.

A la vida, por lo aprendido y por lo que sigo aprendiendo.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología e Innovación, SENESCYT del Ecuador por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría.

Al proyecto Innovaciones Tecnológicas, CATIE-Nestlé, por permitirme participar en dicho proyecto.

A todo el personal técnico y administrativo del Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente, GAMMA de CATIE.

A mis profesores consejeros Claudia Sepúlveda, Muhammad Ibrahim, Tamara Benjamín, Diego Tobar y Adriana Chacón, por el apoyo brindado en el ejecución de mi tesis de grado.

A Claudia Sepúlveda, por el apoyo brindado, por los consejos, la paciencia, la amabilidad y tiempo dedicado a este trabajo, gracias, muchas gracias Claudia.

A Muhammad Ibrahim, por la gran paciencia, por sus recomendaciones técnicas, por el apoyo siempre brindado y los consejos que me supo dar, gracias Doctor.

A Diego Tobar, por las ideas que me brindaste para poderlas llevar a cabo en mi tesis de grado, gracias Diego.

A mis padres, Guillermo y María Rosario, hermanos, Jack, Melina y Juan, que a pesar de no estar físicamente conmigo, fueron el soporte moral y fuente de mi inspiración y aliento de todos los días para seguir adelante.

La amistad es *aquella que hace agradable los momentos difíciles, el refrigerio de un alma cansada y el faro que ilumina los momentos grises de nuestra vida*, por eso, a ti querida amiga Diana “Karito” te agradezco por la gran y súper paciencia que tuviste en los dos años de maestría, por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas, por la amabilidad que me brindaste, por los consejos, por las largas jornadas que pasamos para salir adelante, por

permitirme ver la vida desde otros ángulos, sencillamente eres una mujer a plenitud, gracias Karito.

A Delio Rodríguez, por el apoyo técnico en la fase de campo y por todas las facilidades logísticas para cumplir con todo lo programado, gracias estimado Delio.

A Manuel, Chepe, Ángel, Willy y a todos los muchachos que me ayudaron en la fase de campo, sin Uds., no salía, gracias muchachos.

A mis compañeros de maestría, Nubia, María, Priscila, Mariela, Luis, Esteban y todos los demás compañeros por compartir sus experiencias en todo el camino recorrido en la maestría.

A la familia Chávez - Mata por brindarme todo el apoyo de principio a fin, fueron mi segunda familia, gracias Danilo, Vilma y Nancy.

BIOGRAFÍA

El autor nació en Loja, conocida como la Ciudad Castellana del Ecuador. Se graduó en la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, en el Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo en el año 2004; luego obtuvo una especialización en Elaboración y Gestión de Proyectos de Desarrollo en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO en el año 2005. Trabajó y apoyó en proyectos institucionales de la Universidad Nacional de Loja, Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios PROMSA, proyectos ejecutados por la COSV de Italia y Universidad Nacional de Loja. También fue asistente de cátedra desde octubre de 2004 a diciembre de 2008. Después de acumular experiencia profesional, en el año 2009 decidió ingresar al Programa Maestría de Agricultura Ecológica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, obteniendo su título en el 2011.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA.....	VI
CONTENIDO	VII
RESUMEN	X
SUMMARY.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	5
CAPITULO I: REVISIÓN DE LITERATURA	6
1. CAMBIO CLIMÁTICO	6
2. PERCEPCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	15
3. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	16
4. CAPACIDAD ADAPTATIVA	18
5. LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO	19
6. EFECTOS E IMPACTOS MÁS IMPORTANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	20
7. SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	22
8. SISTEMA GANADERO CONVENCIONAL	29
9. ANÁLISIS ECONÓMICO	30
10. ANÁLISIS DE FINANCIERO.....	30
10.1. Costos variables y fijos	30
11. FLUJO DE CAJA	30
CAPITULO II. TIPOLOGIAS DE FINCAS	31
1. INTRODUCCIÓN.....	31
<i>I. PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO.....</i>	<i>32</i>
<i>II. PREGUNTA CLAVE.....</i>	<i>32</i>

2.1.	Localización del estudio	32
2.2.	Selección de productores	33
2.3.	Selección de variables.....	34
2.4.	Análisis estadístico de la información	35
3.1.	Análisis de Conglomerados (AC).....	35
3.2.	Análisis de Componentes Principales (ACP)	39
3.3.	Análisis de Correspondencias Múltiples.....	42
3.4.	Análisis comparativo entre tipologías de fincas	43
4.	CONCLUSIONES.....	57
CAPITULO III. PERCEPCIÓN, ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO		59
1.	INTRODUCCIÓN.....	59
I.	<i>PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO</i>	60
II.	<i>PREGUNTA CLAVE</i>	60
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	60
2.1.	Localización del estudio	60
2.2.	Selección de productores	61
2.3.	Revisión de literatura.....	62
2.4.	Análisis estadístico de la información	62
3.1.	Percepción del cambio climático de productores de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua. 62	
3.2.	Efectos ocasionados por el cambio climático	68
3.3.	Medidas de adaptación que implementan los productores ganaderos frente al cambio climático.....	72
CAPITULO IV. POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES.....		80
1.	INTRODUCCIÓN.....	80
I.	<i>PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO</i>	81
II.	<i>PREGUNTA CLAVE</i>	81
2.	MATERIALES Y METODOS.....	81
2.1.	Localización del estudio	81
2.2.	Selección de productores y variables.....	82
2.	En las fincas seleccionadas se realizó un análisis de las siguientes variables:	82

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	86
3.1.	Evaluación de la biomasa de pasturas naturales, mejoradas y pastos mejorados en época seca y lluviosa.....	86
3.1.1.	<i>Pastos naturales</i>	86
3.1.2.	<i>Pasturas mejoradas</i>	89
3.1.3.	<i>Pastos de corte</i>	93
3.1.4.	<i>Producción de leche</i>	96
3.1.5.	<i>Biodiversidad</i>	100
3.1.6.	<i>Secuestro de carbono</i>	103
4.	Conclusiones	105
	CAPITULO V. ANALISIS FINANCIERO	106
1.	INTRODUCCIÓN	106
I.	<i>PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO</i>	107
II.	<i>PREGUNTA CLAVE</i>	107
2.2.	Caracterización de la muestra y descripción del protocolo.	108
2.2.1.	<i>Selección de la muestra.</i>	108
2.2.2.	<i>Descripción del protocolo de entrevista semiestructurada</i>	108
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	113
3.1.	Análisis de ingresos	113
3.2.	Costos.....	116
3.2.1.	<i>Costos variables</i>	116
3.2.2.	<i>Costos fijos</i>	119
4.	CONCLUSIONES	126
	BIBLIOGRAFÍA	127

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.

Summary

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 adaption 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 Rio 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.

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Lista de variables para el análisis de conglomerados.....	34
Tabla 2.2.	Características cuantitativas de los grupos productivos.....	37
Tabla 2.3.	Características cualitativas de los grupos productivos (porcentaje de fincas que desarrollan cada una de las variables evaluadas en este estudio).....	38
Tabla 2.4.	Matriz de Correlaciones Pearson para variables descriptivas cuantitativas de las fincas de Río Blanco y Paiwas, Matagalpa, Nicaragua.....	39
Tabla 2.5.	Características de las fincas con sistema convencional y silvopastoril en Río Blanco, Paiwas, Nicaragua, 2010.....	44
Tabla 2.6.	Análisis de varianza multivariado con la prueba Hotelling y un $\alpha=0,05$ en función de los usos del suelo en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	48
Tabla 3.1.	Conocimiento y percepción de los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	65
Tabla 3.2.	Manifestaciones y efectos del clima en la zona estudiada.....	70
Tabla 3.3.	Principales usos de los árboles que realizan los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	75
Tabla 3.4.	Medidas de adaptación aplicadas por los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	76
Tabla 4.1.	Bioma de pastos naturales.....	87
Tabla 4.2.	Análisis de varianza.....	88
Tabla 4.3.	Biomasa forrajera presentada por épocas y en los dos grupos estudiados.....	89
Tabla 4.4.	Análisis de Varianza.....	93
Tabla 4.5.	Biomasa de gramíneas presentadas en las épocas secas y lluviosa.....	94
Tabla 4.6.	Producción promedio de leche presentada por épocas y grupos.....	96
Tabla 4.7.	Contenidos de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales presentados en la leche en cada época y grupo estudiado.....	90
Tabla 4.8.	Porcentaje de abundancia de árboles en los dos grupos estudiados.....	101
Tabla 5.1.	Ingresos por hectárea que recibieron los ganaderos durante los años (2007-2010).....	114
Tabla 5.2.	Ingresos por rubro de cada sistema productivo (SSP y SC) en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	115
Tabla 5.3.	Matriz de covarianzas, con la prueba de Prueba Hotelling con un $\alpha=0,05$...	117
Tabla 5.4.	Costos incurridos por los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	118
Tabla 5.5.	Rubros de costos fijos (depreciados) en los sistemas de producción SC y SSP en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	120
Tabla 5.6.	Matriz de covarianzas, con la prueba Hotelling y $\alpha=0,05$	121
Tabla 5.7.	Flujo de caja de los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles y convencionales (US\$/ha/año).....	123
Tabla 5.8.	ANAVA para los promedios de los indicadores financiero económicos de los grupos estudiados 2007-2010.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Cambios en la composición de la atmósfera por aumento de las concentraciones de CO ₂ , desde el año 1800, atribuido principalmente al crecimiento industrial (adaptado de Gitay et ál 2002).....	7
Figura 1.2.	Calentamiento de la superficie mundial durante el siglo 20 y la proyectada desde el año 2000 al 2100.....	8
Figura 1.3.	Escenarios de precipitación del año 2010 al 2100.....	9
Figura 1.4.	Proyección de la temperatura para los próximos 90 años.....	10
Figura 1.5.	Impacto de cambio en precipitación y temperatura, 2020, 2030, 2050, 2070 y 2100 que se producirá en la producción agropecuaria de Nicaragua, en los escenarios A2 y B2. En porcentajes del PIB de 200. Modelos (ECHAM, GFDL, HADGEM). Adaptado de (Ramirez, et al 2010).....	11
Figura 2.1.	Zona de estudio, Río Blanco y Paiwas, Nicaragua	33
Figura 2.2.	Dendrograma con tipología de fincas ganaderas de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	36
Figura 2.3.	Localización en el espacio bidimensional de las variables cuantitativas de prácticas de manejo, producción, y de conocimiento mediante el análisis de componentes principales: primer plano factorial representando un 47,4% de la varianza (líneas partiendo del origen representan las variables cuantitativas originales medidas en el nuevo espacio coordinado y los puntos representan las fincas de la muestra evaluadas).....	41
Figura 2.4.	Localización en el espacio bidimensional de las variables cualitativas del sistema de alimentación y aplicación de tecnologías silvopastoriles mediante el análisis de correspondencia múltiple: primer plano factorial representando un 25% de variabilidad (puntos representan variables cualitativas medidas en el nuevo espacio coordinado), aplicado a las variables de las fincas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	43
Figura 2.5.	Área dedicada a la ganadería y área total de la finca en las fincas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$).....	45
Figura 2.6.	Porcentaje de usos del suelo en el grupo de fincas con sistema convencional (SC).....	46
Figura 2.7.	Porcentaje de usos del suelo en el grupo de ganadero con sistemas silvopastoril.....	47
Figura 2.8.	Porcentajes de usos del suelo, en las tipologías de fincas con sistemas silvopastoriles (SSP) y convencional (SC).....	49
Figura 2.9.	Capacitaciones que han recibido los productores con ganadería convencional.....	50
Figura 2.10.	Capacitaciones que han recibido los ganaderos que aplican sistema silvopastoril.....	51
Figura 2.11.	Porcentaje de área de pasturas mejoradas y naturales con árboles dispersos. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$)(PNAD: pasturas mejoradas con árboles dispersos en poteros; PMAD: pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros).....	52

Figura 2.12.	Porcentaje de área de pastos de corte. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$).....	54
Figura 2.13.	Kilogramos de leche/vaca/día. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$).....	56
Figura 3.1	Ubicación de la zona de estudio.....	61
Figura 3.2.	Porcentajes de percepción que los productores tienen en cuanto al cambio positivo o negativo del cambio climático en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	63
Figura 3.3.	Porcentajes de percepción que los productores tienen del calor actual referente al de cinco años atrás en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	64
Figura 3.4.	Definiciones que los ganaderos relacionan con el cambio climático en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	65
Figura 3.5.	a) Porcentajes del comportamiento de la temporada seca; y b) comportamiento de la lluvia en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	66
Figura 3.6.	Años en los que se presentaron las mayores sequías y lluvias en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	67
Figura 3.7.	Porcentaje de capacitación, que han recibido los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, sobre problemas y fenómenos ambientales y sus implicaciones en la ganadería.....	68
Figura 3.8.	Comportamiento del calor actual con hace cinco años atrás, en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	69
Figura 3.9.	(a) Producción de leche afectada por temperatura máxima. (b) Proteína bruta afectada por la temperatura mínima. (Valtorta et ál. 1997).....	71
Figura 3.10.	(a) efectos causados por las lluvias intensas, (b) incremento del calor y (c) prolongación de la época seca, en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010....	72
Figura 3.11.	Principales medidas de adaptación aplicadas por los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	74
Figura 3.12.	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).....	77
Figura 3.13.	Localización en el espacio de las variables que mas se acercan los niveles de producción de leche. el El eje 1 y 2 explican el 56,35% de inercia en los datos.....	78
Figura 4.1.	Zona de estudio.....	81
Figura 4.2.	Relación cobertura arbórea y pasturas naturales.....	88
Figura 4.3.	Diagrama de puntos; producción de pasturas mejoradas en épocas seca y lluviosa en los grupos estudiados.....	91
Figura 4.4.	Relación biomasa de pastos mejorados y cobertura arbórea.....	92
Figura 4.5.	Producción de leche por épocas y por sistemas de producción estudiados (S. Convencional y S. silvopastoril, en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	97
Figura 4.6.	Relación de cobertura arbórea y porcentaje y pasturas mejoradas con árboles dispersos.....	98
Figura 4.7.	Número de especies de árboles en función del DAP (diámetro a la altura del pecho) presentado en los sistemas silvopastoril y convencional en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	100

Figura 4.8.	Porcentaje de abundancia en los grupos estudiados. Las barras muestran el error estándar. Letra diferentes sobre las columnas señalan diferencias significativas ($p < 0,05$).....	102
Figura 4.9.	Cantidad de carbono almacenado en el componente arbóreo de los sistemas convencional y silvopastoril. (a) Las barras muestran el error estándar. Letra diferentes sobre las columnas señalan diferencias significativas ($p < 0,05$); (b) distribución de carbono en las fincas estudiados de los dos sistemas de producción.....	103
Figura 4.10.	Relación de producción de leche y carbono en los sistemas silvopastoril (SSP) y convencional (SC).....	104
Figura 5.1.	Zona de estudio.....	108
Figura 5.2.	Fuentes principales de ingresos de los ganaderos.....	113
Figura 5.3.	Porcentajes de aporte de ingresos a los ganaderos que aplican SSP y SC.....	114
Figura 5.4.	a. Ingresos por año (2007, 2008, 2009, 2010) de los grupos uno y dos; b. diferencias estadísticas entre los ingresos que reciben los ganaderos del grupo uno y dos.....	115
Figura 5.5.	Porcentajes de los costos que indican en mayor cantidad en gastos a los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.....	116
Figura 5.6.	Costos que realiza cada sistema productivo en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.....	117
Figura 5.7.	Relación entre el % de pasturas mejoras y el costo de mantenimiento.....	119
Figura 5.8.	Comportamientos de los costos fijos durante los años 2007 a 2010	121
Figura 5.9.	Diagrama de puntos de flujo de caja de los ganaderos de Río Blanco y Paiwas Nicaragua.....	122
Figura 5.10.	Relación del VAN con el incremento del porcentaje de mano de obra.....	125

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AIACC	: Evaluaciones de los Impactos y Adaptación al Cambio Climático
ACM	: Análisis de Correspondencias Múltiples
ANAVA	: Análisis de varianza
B/C	: Relación beneficio costo
CATIE	: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CAWMA	Evaluación Integral de la Gestión del Agua en la Agricultura
CEPAL	: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CENAGRO	: Censo Nacional Agropecuario
CMCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
D.E.	: Desviación estándar
DAP	: Diámetro a la altura del pecho
DFID	Departamento de Desarrollo Internacional
EN	: Fenómeno El Niño
GEF	: Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	: Gases de efecto invernadero
IBSA	: Índice de Biodiversidad para el Pago de Servicios Ambientales
IPCC	: Panel Intergubernamental del Cambio Climático
MAGFOR	: Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA	: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
OA	: Oscilación Austral
PMAD	: Pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros
PNAD	: Pasturas naturales con árboles dispersos en potreros
SC	: Sistema ganadero convencional
SSP	: Sistema ganadero silvopastoril
UA	: Unidades animales
UNEP	: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
VAN	: Valor actual neto
VET	: Valor esperado de la tierra
VPN	: Valor Presente Neto

1. INTRODUCCIÓN

El Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático establece que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco” (Conde y Saldaña 2007). Además, señala que el calentamiento de los últimos 50 años muy probablemente¹ ha sido mayor que el de cualquier otro periodo durante por lo menos los últimos 1.300 años y que los cambios observados en el clima incluyen cambios importantes de temperatura y del hielo Ártico, lo que ha provocado un aumento de las temperaturas promedio del aire en 0,74°C [0.56 a 0.92] entre 1906 y 2005 (IPCC 2007; Parry et ál. 2007; Solomon et ál. 2007).

Otros estudios señalan que se han observado incrementos significativos en los patrones de lluvia en el este de Norteamérica y Sudamérica, en el norte de Europa y en el norte y parte central de Asia. En contraste, se han observado desde los años 70 sequías más prolongadas, particularmente en las regiones tropicales y subtropicales (IPCC 2007; Solomon et ál 2007); y, sumado a estos problemas el aumento de la frecuencia del estrés térmico y las inundaciones, han provocado de manera negativa al rendimiento de cultivos y a la ganadería (Parry et ál. 2007).

En América Latina en las últimas décadas se han observado importantes cambios en la precipitación y aumentos en la temperatura. Además, los cambios en el uso del suelo han intensificado la explotación de los recursos naturales y exacerbado muchos procesos de degradación de suelos (Magrin et ál., 2007); cambios en la adaptabilidad de la tierra para diferentes tipos de cultivos y pasturas; cambios en la distribución de agua de buena calidad para los cultivos y el ganado (FAO 2007); y, los eventos extremos muy probablemente afectarán las zonas costeras, evidenciando que el calentamiento en América Latina para finales del siglo, de acuerdo con diferentes modelos, será de 1° a 4°C para los escenarios de emisiones B2² y de 2 a 6°C para el escenario A2³ (IPCC y WGII 2007).

¹**Muy probablemente** es la representación de una certidumbre del 90%.

²**Escenario B2:** Hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crece continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva.

³**Escenario A2:** Supone un mundo diferenciado en el que las identidades culturales regionales están bien diferenciadas con énfasis en los valores familiares y las tradiciones locales, alta tasa de crecimiento poblacional y diferente desarrollo económico, aunque alto en el promedio global.

Otros estudios revelan que América Latina y el Caribe, debido a sus características geográficas y topográficas son vulnerables al cambio climático, y 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 (IPCC, 2007); además, en áreas de clima seco como en grandes zonas de Mesoamérica, están provocando la salinización, desertificación de la tierra agrícola (Magrin et ál. 2007), y la disminución de la humedad de los suelos, pudiendo convertirse en sequía agrícola y agravándose más por la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos (Pérez et ál. 2009).

En América Latina y el Caribe, señalan que la población ganadera ha crecido a tasas superiores al 3,7% anual durante los últimos años y este crecimiento ha sido asociado con la degradación de los recursos naturales y la deforestación en ecosistemas estratégicos. Estos procesos de degradación se refleja en baja productividad; pérdida de la fertilidad; deterioro de las condiciones físicas y biológicas de los suelos; baja producción de biomasa; baja carga animal; baja producción de carne y leche por hectárea; baja rentabilidad económica y ampliación de la producción hacia zonas ambientales frágiles (FAO 2007).

Del mismo modo, en los países de la Región del ALC (América Latina y el Caribe), el proceso de expansión de la ganadería representa tanto una oportunidad como una amenaza para el desarrollo sustentable de la Región; primero, porque es una oportunidad para generar riqueza, mitigar los índices de pobreza si se toman las decisiones políticas adecuadas y si se promueven sistemas de producción ganaderos sustentables y amigables con el ambiente; y, segundo, es una amenaza si la expansión de la actividad continua sin considerar los costos ambientales y los potenciales efectos de marginalización de los pequeños productores FAO (2006).

A pesar de las oportunidades⁴ y amenazas⁵, en la Región de Centro América, en los últimos años se ha incrementado en más de un 10% su hato ganadero, pasando de 11.360.100

⁴ **Oportunidades:** expansión de los mercados y el interés de inversionistas extranjeros para invertir en ganadería

⁵ **Amenazas:** incremento de las exigencias de carácter ambiental, la inseguridad en el medio rural y el surgimiento de enfermedades de carácter epidémico

cabezas para el año 2000 a un total de 12.940.112 cabezas para el año 2007; un caso particular se presenta en Nicaragua, donde la población bovina pasó de 3.400.000 millones de cabezas de ganado en el año 2004 a 3.600.000 en el año 2007, cifras que lo ubican como el país de Centroamérica el que cuenta con la mayor población bovina (FAOSTAT 2009).

La ganadería en Nicaragua, está siendo afectada por problemas como la sequía, temporada en la cual la oferta de forraje es deficitaria y predominio de explotaciones ganaderas de pequeños productores en sistemas doble propósito. Este déficit de forraje, limita el tamaño del hato y la producción de leche (Holmann et al., 2004). Frente al escaso forraje en época seca, algunos productores utilizan únicamente concentrados, con el fin de mantener al menos las condiciones físicas de los animales, sin pensar en mantener la producción de leche. (Fujisaka et ál 2003).

Los impactos sobre sus sistemas productivos, los productores lo atribuyen principalmente a un cambio en la intensidad del calor, derivados de los cambios climáticos, trayendo consigo consecuencias directas como el incremento de plagas en los cultivos, aumento de parásitos y/o enfermedades en la producción pecuaria, cambios en la dinámica de las comunidades biológicas y reducción de nutrientes en el suelo, lo que ha contribuido a la disminución de la productividad y de la rentabilidad de las fincas ganaderas (Villanueva et ál. 2009).

La mayor parte de los productores en Nicaragua dependen del uso de pasturas nativas de baja productividad y en estado avanzado de degradación. Pasturas como *Hyperrhenia rufa*, *Paspalum spp.* y *Axonopus sp*, representan un área significativa en las fincas. Algunos productores poseen áreas igualmente con especies nativas sembradas a distancias considerables de la propia finca en las que mantienen sus animales en la época seca, mientras que otros practicaban un sistema de pastoreo de transhumancia⁶ con los animales que no se encuentran produciendo leche (Mijail et ál 2003).

⁶La trashumancia o movimiento estacional del ganado en busca de mejores pastos (Mijail et ál 2003)

Para los problemas antes mencionados, derivados principalmente por el cambio climático y en la temporada de sequía, existen formas 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 prácticas agrosilvopastoriles, entre otras más (Pérez et ál. 2009).

Además de los problemas antes mencionados hay una relación importante y compleja entre la ganadería y el cambio climático, en el cual el sector ganadero desempeña una función importante y dinámica en la expansión del cambio climático mundial y su contribución potencial a la solución de los problemas ambientales. A nivel mundial, el sector representa el 40% del producto interno bruto agrícola, emplea 1,3 millones de personas y crea medios de subsistencia para mil millones de personas de bajos recursos en el mundo; es así que, la producción de leche y carne se prevé a más del doble desde el periodo 1999/2000 a 2050, de tal modo que el impacto ambiental por unidad de producción ganadera debe reducirse a la mitad solo para evitar aumentar el nivel de daño más allá del presente nivel (FAO 2007).

Hoy en día, ante la problemática ambiental, principalmente en el trópico, los sistemas agroforestales pueden tener un gran potencial para contribuir a la mitigación del problema del calentamiento global (Kursten y Burschel 1993), dado que la combinación de especies vegetales en estos sistemas de producción, puede actuar como un eficiente sumidero de C. Frente a esta realidad, en el presente estudio, se evaluaron tecnologías productivas que los productores vienen aplicando en época seca en zonas como Rio Blanco y Paiwas en Nicaragua, con el fin de determinar su contribución al incremento de la producción de leche y como estas sirven como estrategias de adaptación al cambio climático.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

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.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las tipologías de fincas ganaderas con producción de leche en la Cuenca de Río Blanco y Paiwas en Nicaragua.
- Analizar la percepción al cambio climático y, estrategias de adaptación que implementan los productores de leche al cambio climático en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.
- Evaluar el potencial productivo de los sistemas silvopastoriles en las fincas para incrementar la productividad de leche en la época seca.
- Valorar económicamente los sistemas de producción de leche con el fin de encontrar la sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles a largo plazo.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo las tecnologías productivas, implementadas por productores de leche en sus fincas contribuyen a la adaptación de los efectos del cambio climático y contribuyen al incremento de la productividad en época seca?

CAPITULO I: REVISIÓN DE LITERATURA

Este capítulo permitirá generar las pautas académicas respecto a la investigación; además, de conceptualizar las definiciones sobre cambio y variabilidad climática, percepción las estrategias y/o medidas, costos de implementación de tecnologías que permitan contrarrestar los efectos del cambio climático en fincas productoras de leche.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Generar información actualizada respecto al Cambio climático, variabilidad climática, medidas de adaptación y costos de implementación.

II. PREGUNTA CLAVE

¿Qué conocimientos teóricos son imprescindibles y/o importantes para conocer los efectos y medidas de adaptación al cambio climático?

1. CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. El cambio en el ambiente se debe a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMCC⁷ en su Artículo 1, define cambio climático como: *un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables* (IPCC, 2007).

⁷El Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) se adoptó en el tercer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes de la CMCC en 1997 en Kyoto, Japón.

La mayor parte del calentamiento global observado durante el siglo XX se debe muy probablemente (90% de confianza) al aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero causado por las sociedades humanas (Conde y Saldaña 2007). Además, las pruebas observadas muestran que la composición de la atmósfera ha cambiado ($31 \pm 4 = 1,46 \text{ Wm}^{-2}$, Figura 1); además, las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4), así como las variables climáticas (la temperatura y las precipitaciones), el aumento del nivel del mar, el deshielo de las capas de hielo marino, y en algunas regiones los fenómenos climáticos extremos (calor, fuertes precipitaciones y sequías).

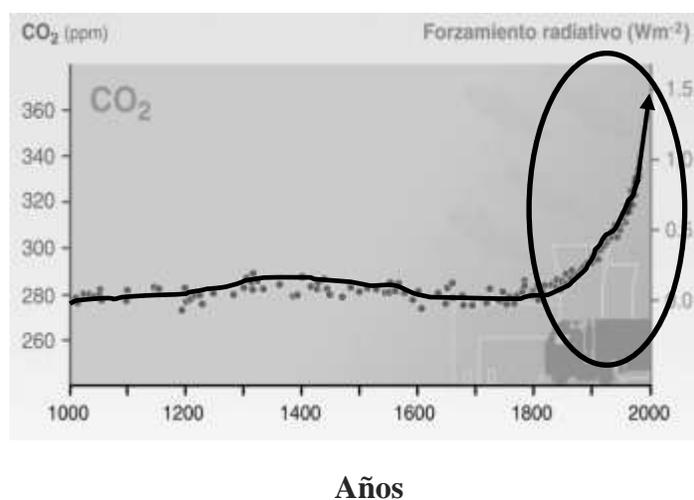


Figura 1.1. Cambios en la composición de la atmósfera por aumento de las concentraciones de CO_2 . Del año 1800, se atribuye principalmente al crecimiento industrial (adaptado de Gitay et ál 2002).

El IPCC (2007), señala además que habrá un aumento de la temperatura media global de entre $1,1$ y $6,4^\circ\text{C}$ hacia el 2100, según diferentes escenarios analizados (A2; A1B⁸; B1⁹). Este incremento de la temperatura a escala global y regional traerá graves consecuencias como: derretimiento de grandes masas de hielo, provocando así el aumento del nivel de los océanos, incremento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como olas de calor, la ocurrencia de inundaciones y sequías, la expansión de diversas enfermedades por

⁸Escenario A1B: equilibrado entre combustibles fósiles y no-fósiles.

⁹Escenario B1: supone un mundo convergente con rápidos cambios en las estructuras económicas e introducción de tecnologías limpias.

modificación del área de influencia de vectores transmisores y el colapso de numerosos ecosistemas, todos efectos que impactan seriamente en las actividades socio-económicas en todas las regiones del mundo.

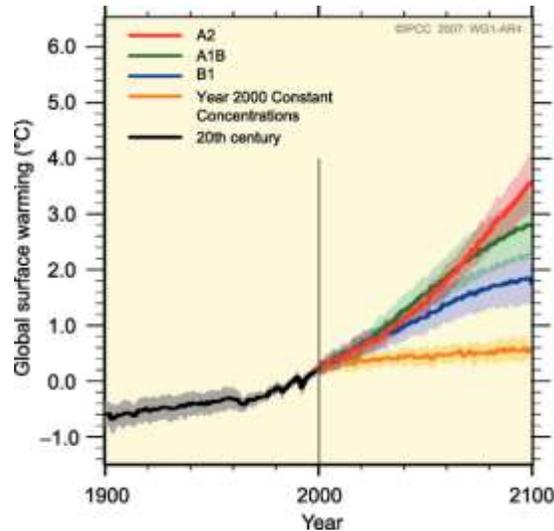


Figura 1.2. Calentamiento de la superficie mundial durante el siglo 20 y la proyectada desde el año 2000 al 2100 Gitay et ál (2002).

Además, el aumento de la temperatura media de la superficie mundial va a producir muy probablemente cambios en las precipitaciones y en la humedad atmosférica debido a los cambios en la circulación atmosférica, un ciclo hidrológico más activo y un aumento en la capacidad para retención de agua en la atmósfera. Estas precipitaciones, han aumentado durante el siglo XX entre un 5 y un 10 por ciento en la mayor parte de las latitudes medias y altas de los continentes del hemisferio norte, en contraste, es probable que las precipitaciones hayan disminuido en un promedio del 3 por ciento sobre una gran parte de las áreas terrestres subtropicales.

1.1. Escenarios de cambio climático en Nicaragua

1.1.1. Escenario de precipitación

En los escenarios climáticos de pesimista (*Figura 1.3.*), moderado y optimista de la precipitación, se observa que habrá una disminución anual de precipitación de un (-8,4%) del

año 2010 hasta un (-36,6%) en el año 2100 en la vertiente del pacifico; y en el caribe habrá un disminución (-8,2%) hasta llegar a una disminución de (-35,7%) de precipitación en el año 2100, esto en el marco de un escenario pesimista; y, en un escenario optimista en el pacifico habrá una disminución (-7,9%) a un (-21,0%) de precipitación que se producirá en el año 2100; finalmente, en el caribe habrá una disminución de precipitación de (-7.7%) del año 2010 hasta un (-20,5%) que se producirá en el año 2100 (MARENA 2001); cifras que están evidenciando la disminución de la precipitación en Nicaragua durante los próximos 90 años.

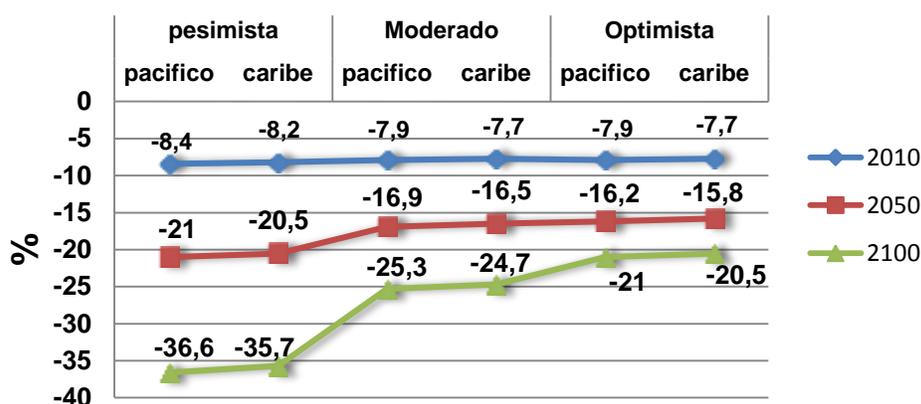


Figura 1.3. Escenarios de precipitación del año 2010 al 2100 (MARENA 2001).

1.1.2. Escenario de temperatura

Los datos presentados en *Figura 1.4.* son los promedios anuales. Al comparar los tres escenarios se observa que la temperatura media anual aumentará en el Pacífico de 0,9°C (año 2010) a 3,7°C (año 2100) y en el atlántico de 0,8 a 3,3°C en el año 2100; esto en un escenario pesimista. En un escenario muy optimista, en el atlántico habrá un incremento de 0,7°C (año 2010) a 1,9°C del año 2100; y, en el pacifico de 0,8 a 2,1°C para el año 2100 (MARENA 2001). Datos que muestran el cambio de temperatura en Nicaragua.

En Nicaragua los incrementos de la temperatura media anual producirán impactos importantes en los diferentes sectores de la producción y actividades humanas. En la agricultura por ejemplo: una reducción de los rendimientos de los cultivos en algunas zonas; para el año 2050 el 50% de las tierras agrícolas es muy probable que estén sometidos a la desertificación y la salinización, pérdida de cultivos y la reducción de la productividad de la

ganadería (UNFCC, 2008); además, los cambios de la temperatura ocasionará incremento de enfermedades, las malas hierbas se propagaran y se bajara la calidad de los pastos (Ramirez et ál 2009, GEF y AIACC 2004). Nicaragua al encontrarse en el corredor de los huracanes de la Cuenca No. 3 (Golfo de México, Mar Caribe y Atlántico), se ve constantemente afectada por eventos extremos que, según proyecciones, aumentarán en frecuencia e intensidad debido al cambio climático (Gutiérrez y Espinosa 2010).

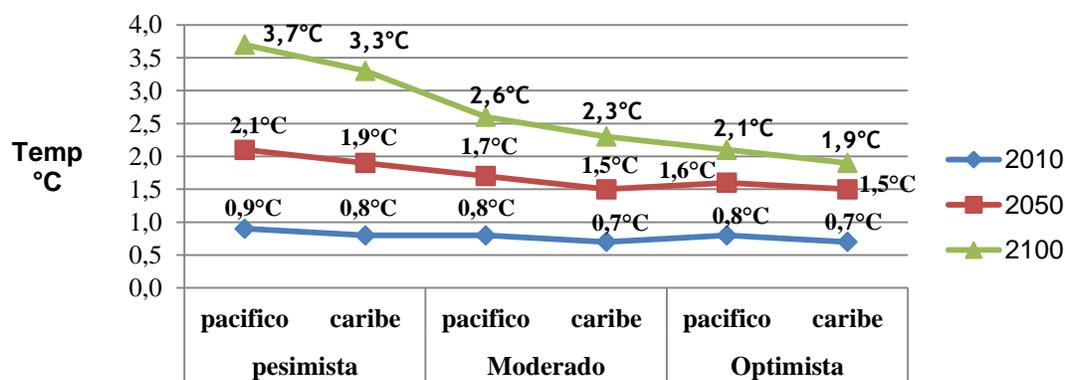


Figura 1.4. Proyección de la temperatura para los próximos 90 años (MARENA 2001).

1.1.3. Escenario socioeconómico

El análisis del impacto de los cambios de temperatura y precipitación, comprende distintos horizontes de tiempo hasta el año 2100, para ello se considera tasas de descuento del 0,5; 2; 4; y 8%, y los escenarios¹⁰ climáticos A2 y B2. El escenario climático B2 proyecta que la temperatura podría aumentar 2.4 °C hacia el año 2100 respecto del promedio registrado en 1980-2000, y que la precipitación se reduciría 24%; y en el escenario A2, se estima un incremento en la temperatura de 4,3°C y un porcentaje de caída en la precipitación pluvial del doble que en el escenario B2 (Ramirez, et al 2009).

¹⁰ Escenario de cambio climático es una descripción en espacio y tiempo de rangos posibles de las condiciones climáticas futuras y/o permiten proyectar el comportamiento futuro de las principales variables climáticas. Las familias de escenarios divergen cualitativa y cuantitativamente.

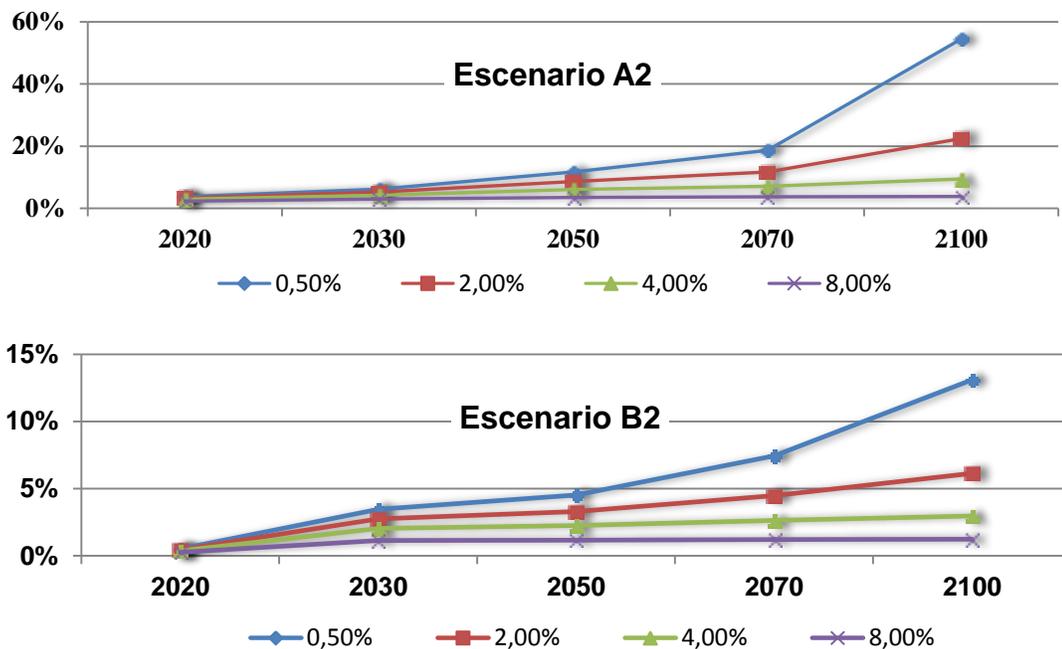


Figura 1.5. Proyección sobre el impacto de cambio en precipitación y temperatura, que se producirá en el sector agropecuario de Nicaragua, en los escenarios A2¹¹ y B2¹³. En porcentajes del PIB de 200. Modelos (ECHAM, GFDL, HADGEM)¹². Adaptado de (Ramirez, et al 2009)

Al analizar los escenarios A2 y B2 en la producción agropecuaria, con una tasa de descuento del 4% de forma acumulada hacia el año 2050 las pérdidas serían del 6,04 y 2,25% respectivamente, esto en relación del PIB de 2007; y, si se considera los impactos negativos hacia el 2100 con la tasa de descuento del 4%, las pérdidas económicas acumuladas son del 9,41% del PIB de 2007 para el escenario A2 y 2,96% para el escenario B2. Si se analiza con una tasa de descuento del 4% las pérdidas se incrementarían a 22,48% y 6,14% para el escenario A2 y B2 respectivamente.

1.2. Variabilidad climática

La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del

¹¹ Los escenarios climáticos A2 y B2, están conformados por un conjunto de variables relacionadas entre sí (PIB, demografía, tecnología, energía, emisiones, etc.), y se utilizan para proyectar el clima.

¹² ECHM: German High Performance Computing Centre Climate and Earth System Research; GFDL: Geophysical Fluid Dynamics Laboratory; HADGEM: Hadley Centre Global Environmental Model

clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (IPCC, 2001).

Las investigaciones sobre variabilidad climática fueron incluidas en el análisis de los impactos del cambio climático hacia finales de los años noventa, debido a que no es posible explicar la vulnerabilidad y la adaptación futura sin realizar estudios de las condiciones presentes de estos dos elementos. Además, la variabilidad del clima en sí misma no siempre representa una amenaza, la verdadera amenaza se presenta cuando existe la posibilidad de que una condición climática tenga la capacidad de afectar a un sistema; entonces la amenaza al juntarse con una condición de vulnerabilidad genera riesgo (Aldunce, et ál 2008).

$$\text{Riesgo} = \text{función} (\text{amenaza}; \text{vulnerabilidad})$$

La amenaza es el factor relacionado con la probabilidad de que ocurra un evento natural específico con la intensidad suficiente para dañar al sistema. La vulnerabilidad por su parte, está referida al grado de exposición y fragilidad del sistema, lo que se traduce en daños a la economía, la vida humana o al ambiente del sistema bajo estudio. El riesgo sería entonces, la probabilidad combinada de esos dos factores (Aldunce, et ál 2008).

Los cambios en la variabilidad climática, en los extremos y en los valores medios determinan los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas. La variabilidad y los extremos climáticos pueden también ser influenciadas de forma recíproca con otras presiones derivadas de la actividad humana. Por ejemplo, la extensión y la persistencia de incendios muestran la importancia de interacciones entre el clima y las acciones humanas para determinar la estructura y composición de los bosques y los usos de los suelos (Gitay et ál 2002).

En América Latina, la variabilidad climática está relacionada, entre otras cosas, con la Oscilación Austral (OA) y el fenómeno El Niño (EN). Estudios sobre los efectos de la OA, efectuados a través de un índice de la OA (IOA), han mostrado la conexión con los campos de

presión, temperatura y precipitación, así como con anomalías hidrometeorológicas, por ejemplo, descargas de ríos y registros de niveles de lagos (Canziani et ál, 2000).

En las tres últimas décadas, América Latina ha enfrentado los impactos climáticos relacionados con el aumento en la ocurrencia de El Niño. Dos eventos extremadamente intensos del fenómeno de El Niño han ocurrido en este período (1982/83 y 1997/98), que han contribuido de manera importante a incrementar la vulnerabilidad de los sistemas humanos a desastres naturales. Se constata que la ocurrencia de desastres naturales relacionados con el clima aumentó 2,4 veces entre los períodos 1970–1999 y 2000 – 2005, continuando con una tendencia observada durante la década de 1990 (CEPAL y DFID 2009).

1.3. Adaptación al cambio climático

Según IPCC (2001b), la adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. La adaptación se puede distinguir entre **adaptación autónoma o espontánea**; que es aquella que no constituye una respuesta consciente a estímulos climáticos, sino que es provocada por cambios ecológicos en los sistemas naturales y cambios en el mercado o el bienestar en los sistemas; por ejemplo, un productor que responde a los cambios en los patrones de precipitación por medio de cambios en las especies de producción, fecha de siembra y cosecha; y, **adaptación planificada** consiste en decisiones tomadas para aumentar la adaptabilidad del sistema agrícola (DeClerck y Decker 2009; IPCC 2001b); además, la adaptación es el resultado de una decisión política deliberada, basada en la comprensión de las condiciones que han cambiado o están por cambiar y que se requieren medidas para volver a un estado deseado, mantenerlo o lograrlo; por ejemplo, la selección de especies tolerantes a sequías, heladas, enfermedades o plagas generando una ventaja en caso de la aparición de alguno de estos cambios (FAO 2007).

Existe además, un consenso científico, económico, político y social, en el sentido que estas medidas de adaptación exigen pensar a largo plazo y evaluar de forma explícita los riesgos del cambio climático en los niveles regional (transnacional), nacional, subnacional y

local. Exigen también, una combinación de muchos componentes, como una evaluación de las vulnerabilidades al cambio climático, tecnologías adecuadas, evaluación de la capacidad, prácticas locales para hacerles frente y acciones gubernamentales (Schipper et ál 2008).

En América Latina, según IPCC (2001a), la adaptación es uno de los asuntos clave para su futuro, bajo ese concepto se incluyen las acciones que permiten a los sistemas ecológicos, sociales y económicos ir adaptándose paulatinamente a las nuevas amenazas relacionadas con los factores climáticos globales de manera de reducir la vulnerabilidad¹³. Además, es importante mencionar que la capacidad de adaptación de los sistemas humanos latinoamericanos a esos cambios es baja, particularmente frente a los eventos climáticos extremos, y por lo tanto existe una alta vulnerabilidad, dada la poca disponibilidad de recursos financieros, materiales y tecnológicos para hacer frente a los costos que implica la adaptación; y, una baja capacidad para reaccionar políticamente ante el fenómeno.

El predominio de los ecosistemas frágiles, los niveles de pobreza, los débiles marcos institucionales y las prácticas productivas insostenibles, entre otros factores, han convertido en la actualidad a la Región de Mesoamérica, es una de las zonas más propensas del mundo a sufrir los efectos adversos del cambio climático, derivada principalmente por su alta vulnerabilidad, que converge de amenazas hidrometereológicas extremas, provocando periodos de sequias y lluvias más largos; y, sumado a ello la reducción de la capacidad adaptativa, debido al incremento de la dinámica del deterioro ambiental y a la ausencia de ordenamiento territorial, afectando al desempeño esencial de las funciones ambientales; sin embargo, a pesar de los problemas existente, se viene ya realizando estudios sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, mismos que se reflejan en comunicaciones en la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) y en los planes de desarrollo nacionales, planteados en las Metas del Milenio de cada país mesoamericano (Pérez et ál 2009; Retana y Rosales 2000).

¹³Nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportarlos efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

Las medidas de adaptación desde el punto de vista económico son costosas. La Secretaría del Cambio Climático de las Naciones Unidas ha estimado que para el año 2030 los países en desarrollo necesitarán entre 28 y 67 mil millones de dólares para permitir la adaptación al cambio climático, esta cifra corresponde al 0,2–0,8% de los flujos de inversión globales, o solo 0,06–0,21% del PBI mundial proyectado para el 2030. Los costos incrementales de adaptación al cambio climático proyectado en los países en desarrollo tienden a ser de alrededor de 10 a 40 mil millones de dólares por año (Banco Mundial 2009 y Schipper et ál 2008). Además, según Stern (2007), si no se toman medidas para mitigar el cambio climático, los costos generales de los daños serán equivalentes a perder al menos el 5% del PBI mundial por año, y las pérdidas serán más altas en la mayoría de los países en desarrollo. El financiamiento mundial actual para la adaptación es una fracción de la cantidad necesaria. Finalmente, la adaptación debe ser parte de los planes de desarrollo y para diseñarla se requiere elaborar estimaciones de la vulnerabilidad presente y futura.

2. PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las percepciones ambientales son entendidas como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno, e 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 ál 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 (Anderson et ál 2007):

- **El perceptor:** Es aquel individuo que mira un objetivo e intenta interpretar lo que ve; en la interpretación influye mucho las características personales del perceptor individual.
- **El Objetivo:** Las características del objetivo que está siendo observado pueden influir en lo que percibe. Como los objetivos no son contemplados de manera aislada, la relación que existe entre el objetivo y su fondo influyen en la percepción, del mismo modo que la tendencia a agrupar las cosas que se hallan cerca una de otra o que se parece.
- **La situación:** Es importante el contexto dentro del cual vemos los objetos o sucesos. Los elementos del ambiente circundante influyen en la percepción.

2.1. Importancia del estudio de la percepción ambiental

La existencia y el estudio del cambio climático es un tema de gran importancia para los científicos, así como para los individuos, grupos y organizaciones que buscan decisiones a largo plazo con el fin de buscar potenciales medidas de mitigación al cambio climático, para ello, es necesario un análisis de percepción, convirtiéndose en una condición necesaria para la búsqueda de la adaptación al cambio climático (Adger 2003; Berkhout, et ál 2004, Bord, et ál 1998).

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).

3. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

A nivel global se está desarrollando una nueva generación de estudios de impacto, vulnerabilidad y de adaptación al cambio climático, haciendo énfasis en el desarrollo de estrategias de adaptación (Lim et ál., 2005) y para la identificación de estrategias se debe destacar las facilidades y dificultades encontradas para su implementación. Además, el *desarrollo de un escenario*¹⁴ es una pieza clave en el proceso de identificación y priorización de medidas de adaptación, así como para el diseño de estrategias de lucha ante el cambio climático (Pérez et ál 2009).

En la ganadería, para definir estrategias de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se debe considera de manera integral las entradas y salidas de gases

¹⁴De acuerdo al IPCC (2007), un escenario climático (EC) es una descripción coherente, internamente consistente y plausible de una posible condición futura del clima.

(balance) de los sistemas a nivel de finca, incluyendo no solo la producción de metano entérico por parte de los animales, sino la producción de metano y óxido nitroso de las excreciones animales y suelo (Cardona, et ál 2009); y, la capacidad del suelo de acumular carbono (Ibrahim, et ál 1999; Arias et ál. 2002). Otra de las estrategias para reducir los GEI, es el uso de labranza adecuada para descompactar el suelo en pasturas degradadas (Argel 2006); además, con la introducción de especies forrajeras adaptadas a factores bióticos y abióticos, fertilización y un adecuado manejo animal contribuyen a aumentar la cantidad y calidad de forrajes (De Petre et ál. 2001; Ibrahim, et ál. 2001). Estas prácticas contribuirán a mejorar la capacidad de las pasturas a cambios en el clima a través de aumentos de materia orgánica en el suelo y en su capacidad de almacenar agua (Hernández y Andrade, 2006).

El análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción pecuaria es un requisito importante para la generación de alternativas de adaptación de los sistemas agropecuarios a eventos extremos del clima en el corto plazo y a cambios climáticos en el mediano- largo plazo.

Según DeClerck y Decker (2009), las estrategias más sencillas para lograr integrar los procesos de adaptabilidad con las metas para la conservación regional incluyen: 1) a escala de finca mantener espacios seminaturales poco intervenidos para la biodiversidad asociada; 2) mantener una diversidad genética de cultivos como reserva de genotipos adaptados a nuevas condiciones, plagas, y enfermedades; 3) al nivel de paisaje mantener rutas de conectividad entre reservas y parches de bosques, permitiendo el movimiento de especies dependientes de bosque; y, 4) incorporar mayor diversidad y densidad de árboles en paisajes agrícolas a través de sistemas agroforestales o silvopastoriles y conservar parches de bosques o reservas de áreas naturales dentro de la matriz agrícola.

Los escenarios que se presentan como consecuencia del cambio climático fortalecen la importancia de los sistemas de producción agrícolas sostenibles. Cuanto más estable es un ecosistema agrícola, mejor hace frente a los factores de estrés adicionales por el cambio climático (Cardona et ál 2009). Un uso de los recursos y un manejo de la tierra sustentable constituyen formas eficaces de fortalecer los sistemas ganaderos. Cada práctica que se implemente o adopte destinada a lograr una mayor sostenibilidad tiene varios efectos

positivos; por ejemplo, la introducción de árboles y arbustos en los potreros puede elevar el contenido de materia orgánica del suelo (Harvey y Haber 1999; Harvey et ál. 1998; Souza de Abreu et ál. 2000). Esto, a su vez, aumenta la capacidad de retención de agua del mismo, reduciendo la erosión y posibilitando que haya más agua disponible para las gramíneas. También puede lograrse el uso de riego acordes a las condiciones particulares de cada sitio.

4. CAPACIDAD ADAPTATIVA

El IPCC define a la capacidad adaptativa como función de la riqueza, las características de la población, incluyendo su estructura demográfica, educación, salud, arreglos institucionales, acceso a tecnologías y la equidad IPCC (2007); además, desde hace varios años se promueve la generación de capacidades para adaptación ante el cambio climático. Uno de los elementos esenciales para generar dicha capacidad tiene que ver con esquemas de comunicación del problema y de las potenciales soluciones. Trabajar en comunicación sobre cambio climático permitirá que los actores clave de cualquier sector estén mejor preparados y más conscientes para dar una respuesta (Urbina y Martínez 2006).

Para poder iniciar el proceso de adaptación, es necesario generar capacidad adaptativa, es decir, habilidad para ajustar un sistema al cambio climático, su variabilidad y sus extremos, con el fin de aminorar sus potenciales impactos negativos o para sacar ventaja de los aspectos positivos; así mismo, se debe analizar y evaluar los recursos humanos, la capacidad económica y su capital natural, con el que cuenta una comunidad o un país. Lo anterior permitirá hacer un balance del grado de adaptación y de las posibilidades de mantener los niveles de bienestar o al menos minimizar las pérdidas ante los eventos (Alfaro y Rivera 2008), concluyendo que, mientras mayor capacidad adaptativa tiene un sistema o una sociedad, mayor será su potencial para moderar los efectos adversos del cambio climático y menor será su vulnerabilidad

En un estudio sobre capacidad adaptativa Alfaro y Rivera (2008), encontraron ejemplos de adaptaciones que incluyen cambios en el manejo de cultivos, sistemas de captura de agua de lluvia, racionamiento y reciclaje de agua, mejoras de la red de distribución y drenaje, uso de la información climática en la planificación general, educación y difusión de la cultura del agua, o reforestación con especies resistentes a sequía

5. LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Según Downing and Pathwardhan (2005); O'Brian et ál. (2004); IPCC y WGII (2007), la vulnerabilidad es el grado al que un sistema es susceptible de, o es incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo a la variabilidad climática y los eventos extremos. La vulnerabilidad está en función del tipo, magnitud y tasa del cambio climático y de las variaciones a las cuales está expuesto el sistema, a su sensibilidad y a su capacidad adaptativa. Está vinculada además, a un alto nivel de riesgo (exposición a peligros externos sobre los cuales las personas tienen escaso control), ella revela el grado de desarrollo de una determinada zona o región, es decir, la capacidad efímera que tendrán los pobres de afrontar los desastres ocasionados por las variaciones climáticas (IPCC 2007). Estas ideas se resumen de la siguiente forma:

Vulnerabilidad = función (Exposición, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa)

Donde se entiende por unidad de exposición, a la actividad – grupo, región o recurso expuesta a variaciones climáticas significativas. Por sensibilidad, el grado al cual un sistema es afectado, negativa o positivamente, por los eventos climáticos, y por capacidad adaptativa, como ya se mencionó a la habilidad de un sistema para ajustarse a los efectos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos climáticos; esta habilidad le permite moderar el daño potencial, tomar ventaja de las oportunidades y resistir o hacer frente a sus consecuencias (Aldunce, et ál 2008).

Por otro lado, existen impactos¹⁵ que dependen de la exposición del sistema al clima y de su sensibilidad, mientras que la adaptación depende de la capacidad del sistema de reducir su vulnerabilidad y del uso que se haga de tal capacidad. Finalmente, el Tyndall Center for Climate Change Research (2003) y Kelly y Adger (2000), citado por Aldunce, et ál (2008), señalan que la vulnerabilidad de un sistema a la variabilidad del clima o al cambio climático, varía en el tiempo y es una propiedad intrínseca de cada sistema, la que puede incrementarse si los factores internos, como los ambientales o socioeconómicos, le dificultan o impiden aplicar medidas o estrategias de adaptación.

¹⁵ Los impactos no se distribuyen de manera homogénea en el espacio ni entre la población, siendo los más afectados los grupos de población, actividades, y regiones con mayor susceptibilidad (Huq et ál 2003)

En la actualidad, la región de Mesoamérica es una de las zonas más propensas del mundo a sufrir los efectos adversos del cambio climático. Su alta vulnerabilidad converge con la frecuencia, simultaneidad, gravedad y alcance de amenazas hidrometeorológicas extremas, en particular las lluvias y períodos de sequías que llegan a causar inundaciones, crecidas repentinas, deslizamientos de tierra e incendios forestales. Según CEPAL (2002), citado por Pérez, et ál (2009), estas amenazas y sus efectos asociados han provocado una real y creciente preocupación tanto en términos sociales como económicos, no tan sólo en nuestra región, sino a nivel global.

6. EFECTOS E IMPACTOS MÁS IMPORTANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los impactos a consecuencia del cambio climático ya están ocurriendo y las posibles consecuencias futuras han sido identificadas (IPCC-WGII, 2007). Se proyecta que el suministro de agua almacenada en los glaciares y en la cubierta de nieve va a declinar, reduciendo la disponibilidad del recurso hídrico en las regiones dependientes del derretimiento proveniente de sistemas montañosos, donde vive más de un sexto de la población mundial. Entre el 20 y el 30% de las especies vegetales y animales probablemente aumentarán su riesgo de extinción si la temperatura global promedio aumenta entre 1.5 a 2.5°C. (Pachauri y Jallow, 2007). En latitudes bajas se proyecta que la productividad de granos básicos disminuirá aún para aumentos de temperatura menores (1-2°C). En latitudes altas la productividad de granos puede aumentar para incrementos de temperatura de entre 1 a 3°C, pero decrecerá si el aumento de temperatura es mayor (Conde y Saldaña 2007).

Otros efectos que se están produciendo como consecuencia del cambio climático, son las precipitaciones intensas que aumentan la frecuencia en la mayoría de las regiones, lo que ha traído consigo daños a los cultivos, erosión del suelo, imposibilidad de cultivar tierras por saturación hídrica; además, ha provocado un aumento de las áreas afectadas por la sequía, degradación de la tierra, disminución de los rendimientos, daños e inhabilitación de los cultivos IPCC (2007).

En algunos escenarios climáticos se prevé que las sequías¹⁶ y las inundaciones agravarían la escasez de agua en algunas regiones, agravando problemas ya existentes, tales como: la degradación de los suelos, pérdida de bosques y biodiversidad entre otros (Steinfeld et ál 2009). En América Latina, el número de personas afectadas por este problema oscilaría entre 12 y 81 millones en 2025 y de 79 a 178 millones en 2055. Los países del Caribe podrían afrontar dificultades para abastecer su demanda hídrica durante los períodos de bajas precipitaciones, especialmente en los escenarios A2¹⁷ y B2¹⁸ del IPCC, ya que algunas islas dependen en gran medida de las fuentes superficiales (Arnell, 2004); además, el alto grado de dependencia de la agricultura y particularmente de la ganadería por parte de la población de esta región aumenta su vulnerabilidad al cambio climático (Steinfeld et ál. 2009).

La ganadería en Latinoamérica, también se presentan problemas derivados del cambio climático como por ejemplo: cambios en la disponibilidad de forraje y pastos, debido al estrés hídrico, producto del aumento de la temperatura (CAWMA 2007); lo que causa una disminución de los rendimientos y productividad por la escasez de alimento. Este efecto señala Harvis et ál (2009) citado por Cardona et ál (2009), se agravará aún más con los cambios en la distribución de las lluvias. En estas regiones, los rendimientos disminuirán aún más, donde no exista la posibilidad de riego, hasta el punto de que los cultivos para producir forrajes no se van a poder dar. La disminución esperada de los rendimientos en varios países, particularmente, de regiones tropicales y subtropicales, llegará al 20-30%(Cardona et ál. 2009).

La implicación del cambio climático sobre la ganadería es compleja por la diversidad de sistemas ganaderos. Los aumentos de temperatura por encima del nivel de neutralidad térmica afectan negativamente a la ingesta así como a las horas activas de pastoreo. Desde el punto de vista de sanidad animal, cabe esperar que los efectos del cambio climático se

¹⁶Fenómeno que se produce cuando la precipitación ha estado muy por debajo de los niveles normalmente registrados, causando unos serios desequilibrios hidrológicos que afectan de manera adversa a los sistemas terrestres de producción de recursos.

¹⁷**Escenario B2:** Hace hincapié en las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crece continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva.

¹⁸**Escenario A2:** La familia de escenarios y línea evolutiva A2 describe un mundo muy heterogéneo. La población crece continuamente pero a una menor velocidad. Conservación de las identidades locales.

observen en todos aquellos procesos parasitarios e infecciosos cuyos agentes etiológicos o sus vectores, tengan una estrecha relación con el clima (Lemmen y Warren 2004).

Los efectos del cambio climático de igual forma están determinados por el tipo de ganado y como éste debe adaptarse a diferentes zonas agroecológicas, así como por el número de animales que tienen capacidad de sostener las comunidades rurales (FAO 2009).

Por los anteriores problemas descritos particularmente en el trópico seco, es indispensable la diferenciación de prácticas de manejo en la ganadería en la época secas de aquellas cuando ocurren las lluvias; es así que la implementación de sistemas silvopastoriles, la elaboración de pacas de heno y ensilajes, así como reservorios para agua para la época seca son algunas prácticas necesarias y crecientes en la ganadería, y con ello se augura el alimento para las épocas de verano intenso (Pomareda 2009).

7. SISTEMAS SILVOPASTORILES

El sistema silvopastoril (SSP), es un tipo de sistema agroforestal, que implica la presencia de animales entre o bajo los árboles y/o arbustos, interactuando directa (ramoneo) o indirectamente (corte y acarreo del forraje) (Pezo y Ibrahim, 1998). Las especies leñosas perennes (árboles y/o arbustos) pueden establecerse naturalmente o ser plantados por el productor dentro de las zonas de pastoreo (Pizarro, 2005); sea con fines maderables, para productos industriales, como frutales, o multipropósito en apoyo específico para la producción animal (Hernandez y Andrade, 2006; Ojeda, 2003).

Las interacciones que resulten con esta nueva estructura (SSP), permitirá por un lado diversificar la producción y por otro lograr un manejo sustentable de los recursos suelo y vegetación, disminuyendo de esta manera los procesos degradación que generalmente ocurren bajo un sistema en monocultivo (Hernandez y Andrade, 2006; Pezo y Ibrahim, 1998).

7.1. Grupos de Sistemas Silvopastoriles

7.1.1. Cercas vivas

Consiste en sembrar líneas de árboles y/o de arbustos como soportes para el alambre de púas o liso, siguiendo los límites de una propiedad o marcando las divisiones entre parcelas según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o perennes, potreros, bosques) (Pezo y Ibrahim, 1998). Una cerca viva puede estar formada solamente de especies leñosas o de una combinación de especies leñosas con postes muertos (Ojeda et ál, 2003). Entre los beneficios que brinda a la finca están: división de potreros, marcan los linderos de la finca, dan sombra al ganado, producen madera, producen frutos para el consumo humano, sirven como alimento para el ganado e incrementan el valor de la finca; así mismo, en cuanto a los beneficios ambientales que brindan las fincas están: sirven como corta fuegos, reducen la presión sobre los bosques, aseguran un aire más saludable, mantienen y mejoran los suelos, aumentan la presencia de diferentes tipos de animales silvestres y mejoran la belleza de la finca (Ibrahim, 2003)

7.1.2. Bancos forrajeros de leñosas perennes

Es un sistema de cultivo en el cual las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas crecen en bloque compacto y con alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva (Ibrahim, 2003)

7.1.3. Leñosas perennes y pasturas en callejones

Son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones, en el cual se establecen especies forrajeras dentro de bandas o hileras de árboles o arbustos leñosos. Lo más común es utilizar leguminosas de rápido crecimiento (Ibrahim, 2003). Las pasturas en callejones pueden ser utilizadas como potreros o como áreas de cultivo bajo el sistema de corte y acarreo; además, las leñosas incluidas en el sistema pueden ser especies maderables (Ojeda et ál, 2003; Llanderal 2000).

7.1.4. Árboles y arbustos dispersos en potreros

Es un sistema en el cual los árboles y/o arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo. Generalmente, la función de los árboles y/o arbustos en este sistema es la de proveer sombra al animal en días calurosos, o refugio en días lluviosos. Además; pueden generar otros productos (forraje, leña, frutos y semillas) y servicios (fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica, protección) (Esquivel et ál, 2003). Los árboles y arbustos dispersos en los potreros también pueden ser el resultado de la intervención del hombre, a través del manejo selectivo de la vegetación remanente o bien por la introducción de árboles arbustos en praderas ya existentes (Ibrahim, 2003; Llanderal 2000).

7.1.5. Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales

Son sistemas silvopastoriles, donde se establecen pasturas y/o se introduce ganado en plantaciones forestales o bosques secundarios o frutales (Ibrahim, 2003). En este tipo de sistemas la extracción de madera-frutos es el principal propósito. En este sistema la actividad ganadera sirve para obtener ingresos durante el período transcurrido para que los árboles alcancen una condición rentable (Llanderal, 2000).

7.1.6. Cortinas rompevientos

Consiste en líneas de árboles (de una a diez), que protegen un campo de pasto, cultivos o árboles contra el viento; una cortina rompe vientos puede ser al mismo tiempo una cerca viva (Ibrahim, 2003). Estos sistemas favorecen el bienestar de los animales por su protección contra el viento y la lluvia, pero también ayudan a contrarrestar el efecto del viento sobre los forrajes (Ojeda et ál, 2003). Este sistema es importante en zonas con sequía estacional pues la presencia de las cortinas puede prologar la estación de crecimiento de las plantas forrajeras. Además, en pasturas degradadas, las cortinas rompe vientos pueden reducir la erosión eólica (Llanderal, 2000).

7.1.7. Bancos de proteína

Los bancos de proteína son áreas en las cuales los árboles y/o arbustos se cultivan en bloque y a alta densidad (mayores a 5000 plantas/ha). Generalmente se encuentran asociados con pastoso alguna otra especie forrajera de tipo herbáceo. El propósito es aumentar la producción de forraje para la alimentación animal, el cual debe ser de alta calidad nutritiva (Ojeda et ál, 2003)

7.2. Beneficios de la utilización de los sistemas silvopastoriles

7.2.1. Los sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas

Estudios recientes señalan que en las zonas de trópico seco, donde se marcan dos épocas (seca y lluviosa), la situación es crítica; es así que en la época lluviosa se presenta de manera irregular y en la época seca, ésta tiende a ser más larga y con mayor temperatura, lo cual afecta la cantidad y calidad de alimento disponible, mortalidad de animales y pérdida del capital de la finca, expresada a través de la muerte del ganado y disminución de la tierra. Sin embargo frente a estos problemas, existen alternativas de solución como los sistemas silvopastoriles (Villanueva, et ál 2009), que son una opción de producción que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim 1998); además, tiene un potencial para la adaptación al cambio climático debido a que estos sistemas ofrecen múltiples beneficios en la productividad de la finca y en la generación de servicios ambientales (Villanueva, et ál 2009).

Estudios realizados por Villanueva, et ál 2009, señalan que los sistemas silvopastoriles como bancos forrajeros y árboles en potreros constituyen herramientas para la adaptación al cambio climático de los sistemas ganaderos. Ellos ofrecen recursos alimenticios (follajes y/o frutos) para la alimentación animal en la época seca cuando los pastos reducen su disponibilidad y calidad de la materia seca comestible; y, por su diseño, los sistemas silvopastoriles son una alternativa de manejo sostenible en cuencas ganaderas debido a que

brindan beneficios hidrológicos al contribuir en la infiltración y disminuir la escorrentía superficial, contribuyendo a la recarga y sustento de acuíferos.

7.2.2. Valor económico de los sistemas silvopastoriles

Según Gobbi y Casasola (2003), señalan que la adopción de las tecnologías silvopastoriles propuestas para una ganadera típica conlleva a la realización de gastos de operación que se incrementen progresivamente hasta estabilizarse. Así mismo, las pasturas con una cobertura arbórea entre 20% y 30% ofrecen beneficios a nivel económico y ecológico en comparación con aquellas pasturas degradadas con pocos o sin árboles. Otros estudios mencionan que el efecto de la sombra incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10 a 22% en comparación a potreros sin árboles, lo que reduce el estrés calórico del ganado, lo cual asociado a una baja tasa respiratoria, hay un menor gasto de energía (Villanueva, et ál 2009).

Estudios realizados por Jiménez (1997), citado por Chaparro (2004) de la implementación de tecnologías silvopastoriles; determinó la viabilidad económica y financiera del suministro de morera (*Morus alba*) fresca picada sin restricción en combinación con 0,5 Kg. animal⁻¹día⁻¹ de concentrado en la crianza de terneras de lechería desde el destete, hasta 120 Kg. de peso y a 5 meses de gestación. Este estudio reflejó que el capital invertido por animal es rescatado anualmente, si se considera una inflación del 16%, y genera una tasa interna de retorno (TIR) del 32,3 % para los 3,5 meses requeridos por animal para el destete y para la condición de la finca. El análisis de sensibilidad indicó que la relación beneficio/costo es superior a 1, aún con incrementos del 100% en los costos de mano de obra o de administración, y un aumento de dos veces del área de morera requerida.

Otros estudios de análisis financieros de los sistemas silvopastoriles demuestran ser más rentables comparados que la ganadería tradicional. Por ejemplo, Villanueva (2001), citado por Chaparro (2004), en un estudio sobre la ganadería tradicional y beneficios de los sistemas silvopastoriles (*Alnus acuminata* con *Pennisetum clandestinum*) de la cuenca alta del río Virilla en Costa Rica presentó indicadores positivos de relación B/C de 1,18 y un VAN de 170.094,70 colones de ingreso neto ha⁻¹. Jansen et ál. (1997) en un análisis entre los sistemas silvopastoriles de *Erythrina berteroana* con *Brachiaria* y el sistema *Brachiaria brizantha* y

Arachis pintoi, encontró que la rentabilidad depende de la carga animal y el período de inversión.

7.3. Sistemas silvopastoriles y Generación de servicios ambientales

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa de producción ecológicamente sostenible para las fincas ganaderas (Albrecht y Kandji 2003, Beer et ál, 2003). Este sistema de producción ofrece una amplia gama de servicios ambientales entre los cuales se incluyen la conservación de suelos, la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono y la belleza escénica, entre otros (Alavalapati et ál., 2004).

7.3.1. Calidad y cantidad de agua

Las pasturas con árboles dispersos en poteros y con buena cobertura herbácea a través del año, son eficientes en la captación de agua de lluvia, debido a que incrementan la infiltración (lo cual beneficia la recarga y sustento del agua subterránea) y presentan menor escorrentía superficial, disminuyendo la erosión laminar (Ríos et ál. 2007). Además, la implementación de bosques riparios en fincas ganaderas y a la protección de las fuentes de agua del ganado conducen a un mejoramiento en las condiciones biológicas, físicas y químicas del agua (Chará et ál, 2004).

Referente a la calidad del agua, éste recurso presenta mejores índices de calidad, en aquellos cuerpos de agua que cuentan con mayor cobertura vegetal, como los bosques riparios y áreas de menos intervención humana como nacientes (Auquilla 2005).

7.3.2. Secuestro de carbono y gases de efecto invernadero

El monitoreo del secuestro de carbono es una herramienta fundamental en los proyectos de mitigación, frente a ello, los sistemas silvopastoriles permiten que haya secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa leñosa (Beer et ál. 2003). Estos sistemas bien manejados pueden mejorar la productividad, mientras secuestran carbono (López et ál. 1999; Andrade 1999, Andrade e Ibrahim 2003; Ibrahim y Harvey 2003). El carbono total en los SSP varía entre 68 – 204 t/ha, mucho de éste almacenado en el suelo, mientras que los incrementos

anuales varían entre 1.8 a 5.2 t/ha. La cantidad de C fijado en los SSP es afectada por el tipo de especies de gramíneas y leñosas, de la densidad y distribución espacial de las leñosas y de la tolerancia de las especies herbáceas a la sombra (Nyberg y Hogberg 1995; Jackson y Ash 1998).

7.3.3. Conservación de la biodiversidad

A nivel de conservación de la biodiversidad, la presencia de elementos como parches de bosques, bosques riparios, cercas vivas y árboles dispersos en potreros en los paisajes ganaderos, contribuye a proveer hábitats y recursos complementarios para las especies de plantas y animales (Harvey et ál. 2005; Menacho y Sáenz 2004); además, la cobertura arbórea de los árboles dispersos en potreros, contribuye a la conectividad del paisaje, ya que puede proveer conexiones y sitios de paso que pueden potencialmente facilitar el movimiento de especies animales (Harvey et ál. 2005).

7.4. Barreras en la adopción de los sistemas silvopastoriles

Un riesgo conocido en la adopción de SSP lo constituye la inversión. Los sistemas donde se establecen uno o más cultivos requieren el no uso de la pastura hasta el establecimiento de ésta y de los árboles asociados, lo que ocasiona un sobrepastoreo en el resto de la finca si no se cuenta con alternativas alimenticias. Por otro lado, pueden existir factores socioeconómicos que interfieran con la implementación (Ibrahim et ál. 2007)

Otros estudios revelan que los factores que limitan la adopción de los sistemas silvopastoriles son: incertidumbre en los mercados y la pobre genética de los animales (Alonzo et ál. 2001). Además, ha sido demostrado que los productores no cambian rápidamente de un sistema tradicional familiar más seguro y experimentado, a una nueva tecnología que pueda estar asociada con riesgos más altos que los métodos tradicionales, esta reacción es debida principalmente a la falta de conocimiento de los nuevos sistemas (Ibrahim et ál. 2007)

Existen una serie de factores a tomar en cuenta para aumentar el nivel de adopción de los sistemas silvopastoriles (Dagang y Nair, 2003): a) los objetivos del productor y el acceso a

los recursos; b) reducción de la mano de obra; c) identificación y manejo de especies que ofrezcan múltiples productos (conocimiento local); d) uso de cultivos acompañantes durante el establecimiento de árboles; e) selección de los sistemas silvopastoriles dependiendo del grado de degradación de pasturas; y, f) el productor debe entender que el problema principal no es la baja productividad de los pastizales, sino la consecuencia de un manejo ineficiente de los recursos (Ibrahim et ál. 2007).

8. SISTEMA GANADERO CONVENCIONAL

Sobre la base de las directrices de producción limpia, los sistemas silvopastoriles contribuyen al desarrollo de una ganadería sostenible, que fija como objetivo, el establecimiento de una producción amigable con el ambiente, el mantenimiento de animales en buen estado de salud, la realización de rigurosas normas de bienestar animal y la producción de alta calidad (Sundrum, 2001); mientras que en la ganadería convencional, no se está cumpliendo con demandas del mercado actual, al contrario, sus métodos de producción están siendo criticados por los efectos que están causando al ambiente (Sundrum, 2000).

En la ganadería convencional, principalmente hay un deterioro de las fuentes de agua, la transformación de bosques húmedos en potreros sin árboles, causando un aumento en la temperatura del aire y del suelo; además, si se considera la incidencia de enfermedades como un indicador de la salud animal a nivel de hato, se observa una disminución en la frecuencia de enfermedades metabólicas en sistemas ganaderos sostenible comparadas con los convencionales (Ebbesvik y Loes, 1994).

Otro de los problemas que se da en la ganadería convencional, es la utilización de hormonas, fármacos, alimentos no naturales para la nutrición del ganado; además, se considera al ganado como una materia prima, sin tener en cuenta que se trata de seres vivos con una serie de necesidades que no son respetadas, al ganado generalmente se lo inmoviliza para un rápido engorde, hacinamiento para un intensivo aprovechamientos del espacio y estrés en el transporte, provocando una disminución en la duración de la vida reproductiva en vacas lecheras (Reksen et ál. 1999)

9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Según Chang (2010), en el análisis económico se examina los costos y beneficios, pero en algunos casos utilizando precios de cuenta y valores no monetarios (imputados), ya que este se enfoca a medir el impacto del proyecto en una economía regional, nacional o local

10. ANÁLISIS DE FINANCIERO

Según Gómez y Ramirez (1998), el análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores que reflejan el punto de vista o interés privado de la rentabilidad propiamente financiera. Además, proporciona información sobre cuando se necesitaran los fondos y cuando se espera recibir los ingresos o muestra cuando se ejecutaron las actividades productivas y el flujo real de costos e ingresos, durante el periodo de análisis y el balance final (Chang 2010).

10.1. Costos variables y fijos

Los costos fijos son aquellos que no varían con el nivel de producción en el corto plazo, porque derivan de inversiones fijas, como caminos, maquinaria, equipo, etc. con una vida útil de varios años, o de contrataciones u obligaciones permanentes como los costos de administración o el pago de impuestos sobre bienes inmuebles (Gómez y Ramirez 1998). Los costos variables, corresponden a todos aquellos gastos que se realizan en actividades que varían en proporción directa con el nivel de producción (Horngren et ál. 2007)

11. FLUJO DE CAJA

Es un resumen de las entradas y salidas en efectivo por la ejecución de las actividades de la empresa. El flujo de caja esperado como resultado de la ejecución de un plan de actividades de un proyecto o empresa es un presupuesto, (presupuesto de caja o presupuesto financiero) que muestra los movimientos de efectivo dentro de un periodo de tiempo establecido, o el ingreso neto de rentabilidad del proyecto o empresa (Horngren et ál. 2007).

CAPITULO II. TIPOLOGIAS DE FINCAS

1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas convencionales, que se han venido usando para identificar grupos objetivos para proyectos de desarrollo y/o investigación y la ausencia de políticas apropiadas de tenencia y usos de la tierra no han logrado dar cuenta de la diversidad de fincas que existen en la mayoría de regiones, sectores o comarcas, en que el problema ha sido analizado críticamente.

Uno de los grupos objetivo de la actividad agropecuaria es la ganadería, que se caracteriza por ser heterogénea, tanto en la organización técnica, económica y de producción. Estas fincas no están organizadas en forma idéntica a otra, porque cada una tiene elementos propios y únicos que determinan propiedades y características repetibles debido a la naturaleza que presenta cada uno de sus componentes. Sin embargo, muchas de las fincas tienen rasgos y propiedades que las hacen semejantes y esas semejanzas son las que permiten agruparlas para diversos propósitos; y, para identificar y caracterizar los sistemas de producción bovina se pueden utilizar diferentes procedimientos como: análisis multivariado, y/o análisis jerárquico de conglomerados, que permiten identificar las tipologías, calculando matemáticamente sus descriptores, logrando la mayor homogeneidad de grupos de fincas y mayores diferencias entre grupos (Gnanadesikan 1997).

En Nicaragua los sistemas de producción ganadera comprenden desde producción extensiva de carne hasta producción intensiva de leche (Randel, 2000). Todos estos sistemas se basan en el aprovechamiento de la vegetación herbácea espontánea, que se establece luego del desmonte (pastizales seminaturales), ya que sólo el 9% del área total dedicada a la ganadería está ocupada por pasturas sembradas (Estrada y Holmann 2008); además, existen sistemas de producción de doble propósito, que representan el 78% del inventario ganadero, contribuyendo con el 42% de la leche, siendo manejados en su mayoría por pequeños y medianos ganaderos que dependen en un alto grado de los recursos forrajeros seminaturales, naturalizados o introducidos (Argel 2006).

En este estudio en las zonas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, se clasificaron las, las tipologías de fincas, en base a sus características, basándose en los ya conocidos sistemas de producción existentes en Nicaragua, tomándose en cuenta para ello un análisis jerárquico de conglomerados

I. PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO

Caracterizar las tipologías de fincas ganaderas con producción de leche en la Cuenca de Río Blanco y Paiwas en Nicaragua.

II. PREGUNTA CLAVE

¿Cuáles son las tipologías de fincas que existen en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del estudio

El presente estudio se realizó en Río Blanco y Paiwas. En Río Blanco existen dos zonas predominantes, una Tropical Seca y otra Tropical Húmeda con una temperatura que oscila entre los 16 y 25° centígrados. Río Blanco, se encuentra ubicado en el centro de Nicaragua a 110 km. de la ciudad de Matagalpa y 220 km. de la capital Managua, su posición geográfica se sitúa entre las coordenadas 12° 56' de Latitud Norte y 85° 13' de Longitud Oeste. Paiwas se encuentra al Norte con el Municipio Siuna, al sur con los municipios de El Rama y Camoapa, al este con los municipios de La Cruz de Río Grande y El Tortuguero, y al oeste con los municipios de Matiguás y Río Blanco; se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas 12° 47' de latitud norte y 85° 07' de longitud oeste.



Figura 2.1. Zona de estudio, Río Blanco y Paiwas, Nicaragua

2.2. Selección de productores

Para la caracterización de las tipologías de las fincas, se seleccionaron aquellas en las que sus productores venden directamente la leche a Prolacsa (afiliada de Nestlé), para lo cual se realizó las siguientes actividades:

1. De la información suministrada por Prolacsa los 288 productores de leche que venden su producción directamente a la empresa, mediante un muestreo aleatorio simple (Casas et ál. 2003), se eligieron 69 productores.
2. Se diseñó una entrevista semiestructurada (Anexo 17) para recopilar información biofísica y socio-económica acerca de las fincas ganaderas. La entrevista fue aplicada entre los meses de febrero a marzo de 2010 a los 69 productores seleccionados. Mediante la entrevista se recopiló la siguiente información:
 - **Datos generales de las fincas:** área de la finca, historial de la finca, régimen de tenencia de la tierra, precio de la tierra, superficie total dedicada a la ganadería, tamaño del hato.
 - **Datos socioeconómicos del productor:** composición de la familia, mano de obra contratada y parámetros económicos de ingresos y egresos de los productores.
 - **Características de la alimentación:** preguntas concernientes al tipo de alimentación ofrecida a los animales (sal mineral y común, concentrados, ensilajes, henos y vitaminas), uso de frutos de árboles o la utilización de charrales.

- **Pasturas:** número de potreros, especies de pastos, rotación, estado de la pastura.
- **Producción de leche:** producciones diarias de leche, venta de ganado y los subproductos derivados se registrarán en las épocas de lluviosa y seca.

2.3. Selección de variables

Con base en la información obtenida de las fincas se identificaron variables de interés para el estudio. Las variables cuantitativas, empleadas en el análisis de componentes principales, fueron las siguientes (*Tabla 2.1.*):

Tabla 2.1. Lista de variables para el análisis de conglomerados

Variable	Unidad/clasificación
cuantitativas	
<i>Producción de leche por vaca:</i> corresponde a la producción diaria de leche por vaca, se calculó basándose en los datos obtenidos de la entrevista referente a la producción anual de leche entre el número de vacas en producción.	$\text{kg}^{-1}\text{vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$
<i>Área total destinada a la ganadería:</i> se refiere al área destinada a la ganadería medida en hectáreas, basándose en los datos obtenidos de las entrevistas	ha
cualitativas	
Tecnologías Silvopastoriles: se refiere a la suma de las tecnologías silvopastoriles que el productor implementa en su finca	
Asocio gramíneas leguminosas (AGLE)	Dos categorías: Sí, y No.
Banco energético (BE)	
Banco forrajero de corte y acarreo (BFCA)	
Banco forrajero proteico (BFPR)	
Bosque ripario (BRIPA)	
Cercas vivas (CV)	
Podas en árboles y cerca vivas (PACV)	
Regeneración natural (RNAT)	
Pasto mejorado con árboles dispersos (PMAD)	
Sistema alimentario: se refiere a los alimentos que el productor brinda a su hato ganadero.	
Sal mineral (Smin)	Dos categorías: Sí, y No.
Sal común (Scom)	
Madero negro (MNE)	
Cratilya (CRA)	
Caña (CÑ)	
King grass morado (KMO)	
Taiwan (TW)	
King gras verde (KVE)	

2.4. Análisis estadístico de la información

El análisis estadístico consistió en la aplicación de técnicas de estadística multivariada. La definición de los grupos (tipologías de fincas) se realizó mediante un Análisis de Conglomerados empleando como medida de distancia Gower (1971) y como técnica de agrupación el método Ward (minimiza los errores, 1963). Las variables cualitativas se analizaron a través de Tablas de Contingencia, y las variables cuantitativas con Tablas de Pruebas T de Student; finalmente se realizó cálculos de correlaciones canónicas (correlaciones entre grupos de variables) con el fin de probar significancias estadísticas y análisis de correspondencia. El software empleado fue Infostat 2010 (Di Rienzo et ál. 2008).

Según Gnanadesikan (1997) y Betancourt et ál. 2005, el Análisis de Conglomerados es una herramienta eficiente que permite organizar información multivariada e identificar grupos de elementos similares entre sí, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia. Estos grupos son los que normalmente se denominan taxonomías o tipologías.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de Conglomerados (AC)

La (*Figura 2.2.*) muestra el resultado del análisis de conglomerados, donde se observa las dos tipologías de fincas, las cuales muestran diferencias estadísticas ($p < 0,05$). El agrupamiento de fincas ganaderas con sistemas silvopastoriles (SSP) ($n=21$; 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) ($n=48$; 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 a la aplicación de tecnologías silvopastoriles el sistema ganadero convencional, presentó en promedio tres aplicaciones de tecnologías silvopastoriles; y, el grupo de fincas con sistemas silvopastoriles, presentó 4 aplicaciones. En base al sistema alimentario, el grupo que incorpora el mayor número de

recursos endógenos es el sistema ganadero silvopastoril (madero negro, cratilya; caña; king grass morado, taiwan, y king gras verde). El sistema ganadero convencional utiliza en mayor cantidad recursos exógenos como la sal comercial en un 95,8% y recursos endógenos como la caña de azúcar en un 83,3%.

Las características de los grupos o sistemas productivos obtenidos mediante este análisis de conglomerados se presentan en las *Tablas 2.2.y2.3*. En la *Tabla 2.2*. se observan los promedios de cada variable cuantitativa en el grupo respectivo, así como el resultado de la Prueba T. En la *Tabla 2.3*. se resume las características cualitativas de cada conglomerado mediante una tabla dada en porcentajes.

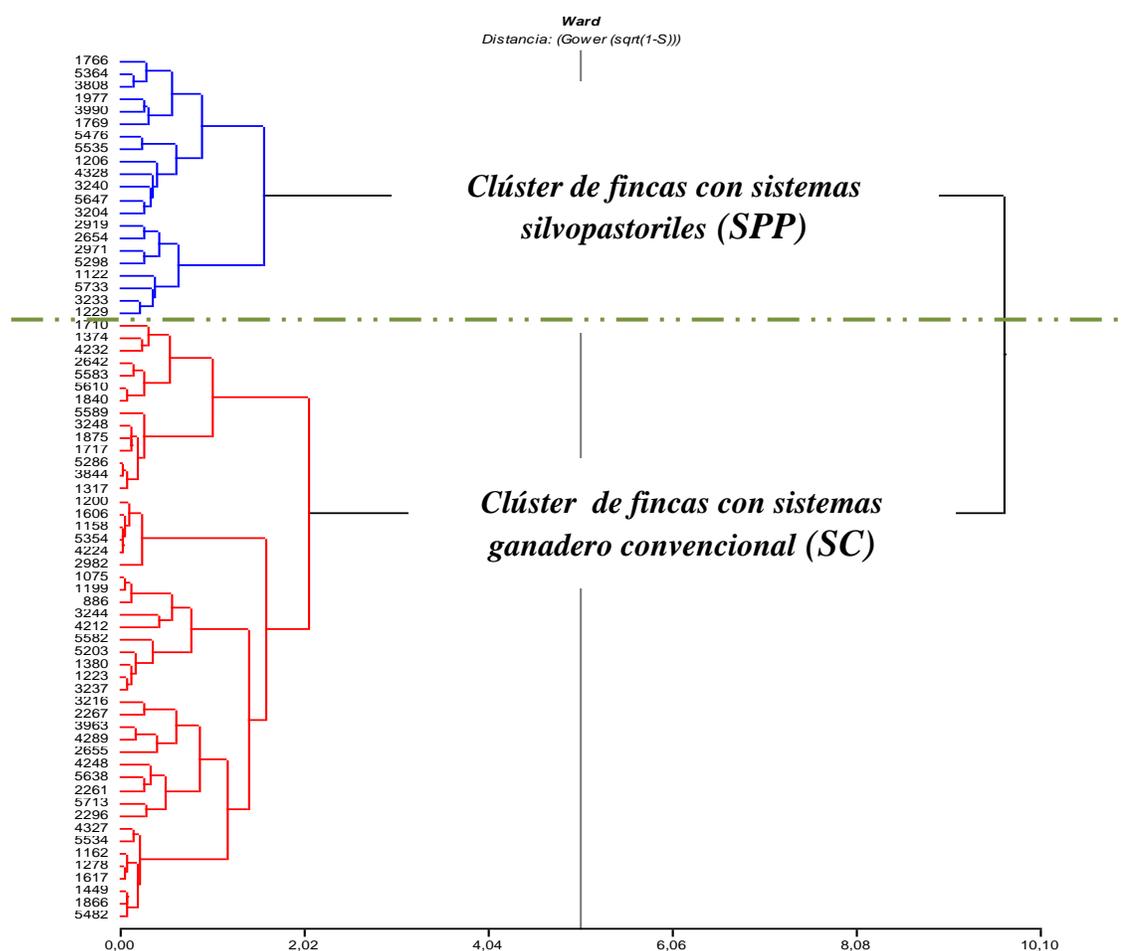


Figura 2.2. Dendrograma con tipología de fincas ganaderas de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua

El grupo de fincas con sistema convencional (SC) (*Figura 2.2, Tablas 2.2. y 2.3*) reúne fincas con bajos índices productivos, producción por vaca de 2,9 kgvaca⁻¹ día⁻¹. Estas fincas realizan mayormente una explotación de pastoreo extensivo (95%); al respecto Ramírez (2000) señala que el pastoreo extensivo es probablemente el sistema que más difundido se encuentra en los países tropicales y subtropicales. Este grupo presenta además, el menor porcentaje de pasturas mejoradas con árboles dispersos (7,19%) y predominan las pasturas naturales con bajas densidades de árboles dispersos con un (71,95%); finalmente, este sistema de producción con un 97,2%, los productores no manejan registros y predomina un bajo nivel de infraestructura.

Tabla 2.2. Características Cuantitativas de los grupos productivos

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)

El grupo de fincas con sistemas silvopastoriles (SSP) (*Figura 2.2., Tablas 2.2. y 2.3.*), constituyen sistemas de explotación extensivo¹⁹, y se concentran las fincas con las mayores producciones al año. La producción por vaca es de 4,6 kg vaca⁻¹ día⁻¹. Tienen un (26,7%) de pasturas mejoradas con árboles dispersos; es superior al sistema convencional (7,2%). El nivel de educación en un 47.6% de los ganaderos es primaria y el 45,8% no recibe asistencia técnica.

¹⁹La Declaración de La Cumbre de la Tierra, conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en 1992, realizó una mención expresa al papel desempeñado por la ganadería extensiva en aspectos como la conservación de la diversidad de razas rústicas (Principio 14.65) y la gestión del entorno mediante conocimientos y prácticas tradicionales en la explotación del medio natural (Principio 22). La Comunidad Europea ya considera prioritarias las explotaciones extensivas, tal y como se desprende de la Política Agraria Europea recogida en la Agenda 2000 (Montserrat y Fillat 2004).

En este grupo de fincas con (SSP), 82% de los ganaderos maneja monta natural y 36% de ellos maneja registros de parición y gestación de vacas. Un (81.7%) de estos productores tienen como mínimo un nivel de educación media y un (54,2%) de ellos ha recibido asistencia técnica. Además, son las fincas más próximas a los poblados (5,15 km en promedio respecto a los 15,17 Km del sistema ganadero convencional), lo que favorece una mayor asistencia técnica y/o acceso a la tecnología, lo que podría explicar el mayor conocimiento de técnicas silvopastoriles.

Tabla 2.3. Características cualitativas de los grupos productivos (porcentaje de fincas que desarrollan cada una de las variables evaluadas en este estudio).

Variable	SC	SSP	Estadístico		
			Chi Cuadrado MV-G2	Coef.Conting Cramer	p
<i>Gramíneas más árboles dispersos en potreros</i>					
Pastura mejorada con árboles dispersos en potreros(PMCAD)	42,86	57,14	6,25	0,012	0,22
Pastura naturales con árboles dispersos en potreros (PNCAD)	77,78	22,22	5,14	0,0233	0,20
<i>Asocio gramínea leguminosas (Agle)</i>	5,88	94,12	47,27	<0,0001	0,58
<i>Bancos forrajeros de gramíneas</i>					
King gras verde (KVE)	0,00	100,00	84,08	<0,0002	1,71
King grass morado (KMO)	0,00	100,00	83,08	<0,0001	0,71
Taiwan (TW)	0,00	100,00	83,08	<0,0001	0,71
Caña (CÑ)	67,21	32,79	5,89	0,015	0,16
<i>Bancos forrajeros de leguminosas arbustivas</i>					
Madero negro (MNE)	9,09	90,91	69,68	<0,0001	0,66
Cratilya (CRA)	0,00	100,00	83,08	<0,0001	0,71
<i>Cercas vivas (CV)</i>	37,04	62,96	11,89	0,001	0,24
<i>Regeneración natural (SiRNAT)</i>	28,57	71,43	49,58	<0,0001	0,55
<i>Bosque ripario (BRIPA)</i>	63,27	36,73	5,64	0,018	0,19
<i>Suplementación</i>					
Sal mineral (SMin)	16,67	83,33	61,45	<0,0001	0,62
Sal común (SCom)	70,15	29,85	1,39	0,238	0,08

3.2. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Los resultados del ACP se presentan en la *Tabla 2.4.* y *Figura 2.3.* La *Tabla 2.4.* muestra las correlaciones Pearson entre todas las variables analizadas. La *Figura 2.3* presenta el primer plano factorial del ACP, el cual alcanzó a explicar un 47,4% del total de la varianza presente en la muestra de fincas analizadas, con un índice de correlación cofenética de 0,934.

Tabla 2.4. Matriz de Correlaciones Pearson para variables descriptivas cuantitativas de las fincas de Río Blanco y Paiwas, Matagalpa, Nicaragua

Variables	Unidad*	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
V1, Distancia	Km	1													
V2, Practica SSP	Si/No	-0,78	1												
V3, Conoce SSP	Nro	-0,78	1	1											
V4, Recibió AT	Si/No	-0,08	-0,07	-0,07	1										
V5, Técnicas SSP	Nro	-0,7	0,79	0,79	0,09	1									
V6, Área de finca	ha	-0,16	0,07	0,07	-0,07	0,01	1								
V7, Infraestructura	Nro	-0,66	0,86	0,86	0,05	0,76	-0,01	1							
V8, Mano de obra familiar	MO h ⁻¹	-0,34	0,24	0,24	0,18	0,37	-0,11	0,39	1						
V9, Unidades animales/ha	U ha ⁻¹	-0,2	0,16	0,16	-0,05	0,11	0,71	0,09	0,01	1					
V10, PN	%	0,36	-0,35	-0,35	-0,13	-0,47	0,05	-0,44	-0,37	0,02	1				
V11, PM	%	-0,44	0,47	0,47	0,05	0,53	0,02	0,57	0,3	0,1	-0,82	1			
V12, PC	%	-0,34	0,49	0,49	0,03	0,55	-0,27	0,49	0,18	-0,05	-0,5	0,56	1		
V13, Prod. Lech/Ep. Seca	kg vaca ⁻¹ día ⁻¹	-0,6	0,72	0,72	0,12	0,64	0,01	0,63	0,16	0,07	-0,3	0,39	0,45	1	
V14, Prod. Lech/Ep. Lluv	kg vaca ⁻¹ día ⁻¹	-0,59	0,76	0,76	0,03	0,66	-0,03	0,66	0,2	0,03	-0,39	0,45	0,54	0,92	1

$p < 0,05$; * Se indican las unidades en las que fueron medidas las variables.

Se puede observar, que las fincas con sistema ganadero silvopastoriles (SSP) (*Figura 2.3.*) que conocen y practican tecnologías silvopastoriles muestran una relación positiva (*Tabla 2.4.*; $p < 0,05$) con la producción de leche, tanto en época lluviosa como seca. Esto podría deberse al uso de leguminosas arbustivas y a la presencia de pasturas mejoras con árboles dispersos; y, sumado a ello la relación positiva con la infraestructura (*Tabla 2.4.*; $p < 0,05$), permitiendo que haya mejores condiciones para la explotación y suplementación de animales. También un indicador de los que aplican tecnologías silvopastoriles, es que estos sistemas de producción cuentan con altas densidades de árboles en potreros, ejerciendo un efecto positivo sobre el rendimiento animal (vacas que pastorean en potreros con árboles, producen más leche, hasta más 1,5 litros día⁻¹), hábitats para especies animales como aves, y conservación de suelo (Harvey et ál. 2005). Al respecto, Hernández y Babbar (2001) y Ruiz y Febles (1998), en un estudio realizado en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, señalan que los árboles desempeñan un importante papel en la sostenibilidad de los sistemas, aportando principalmente sombra en los potreros; por ejemplo, ganado pastoreado en un mismo periodo con pasto estrella con presencia de árboles de *Albizzia lebbbeck* (aproximadamente 22 árboles/ha), incrementó 0.9 l vaca⁻¹día⁻¹ para animales que producían entre 9 y 10 litros de leche diariamente, en comparación a cuando pastorearon en el mismo pasto pero con plena exposición al sol. Otro estudio realizado por Ruiz y Febles (1998), estableció que en potreros con sombra se obtuvo una mayor producción por m² de pasto (con sombra 650 g/m²; sin sombra 212g/m²), mayor porcentaje de hoja (con sombra 35%; sin sombra 27%), menor porcentaje de material muerto (con sombra 13%; sin sombra 35%) y malezas (con sombra 0%; sin sombra 26%), así como mayor número de deposición de excretas (con sombra 4; sin sombra 0,7), y presencia de aves de diferentes especies en el área

En el análisis de componentes principales se encontró una relación negativa de la distancia de las fincas con la infraestructura y con la producción de leche, lo cual puede deberse a que las fincas con sistemas ganadero convencional (SC) que se encuentran a mayor distancia del pueblo presentan problemas de transporte para la comercialización de la leche y del ganado y materiales necesarios para infraestructura y mantenimiento de las fincas. Además, hace que las fincas tengan menos acceso a asistencia técnica y por ende menor

conocimiento sobre las diferentes técnicas de manejo y prácticas silvopastoriles. En la *Figura 2.3.* se puede apreciar por las direcciones opuestas que siguen los vectores de estas variables.

Por otra parte, no se observó una correlación alta entre el porcentaje de pasturas mejoradas presentes en la finca y las variables de producción (producción en época seca y lluviosa) (*Tabla 2.4.; Figura 2.3.*). Esto probablemente se debió a que el porcentaje de área destinada a pasturas mejoradas en las fincas no es significativo en relación al área total destinada a pasturas; sin embargo, la presencia de árboles dispersos en potreros si incrementa la producción de leche en comparación a la no presencia de árboles en pasturas mejoradas.

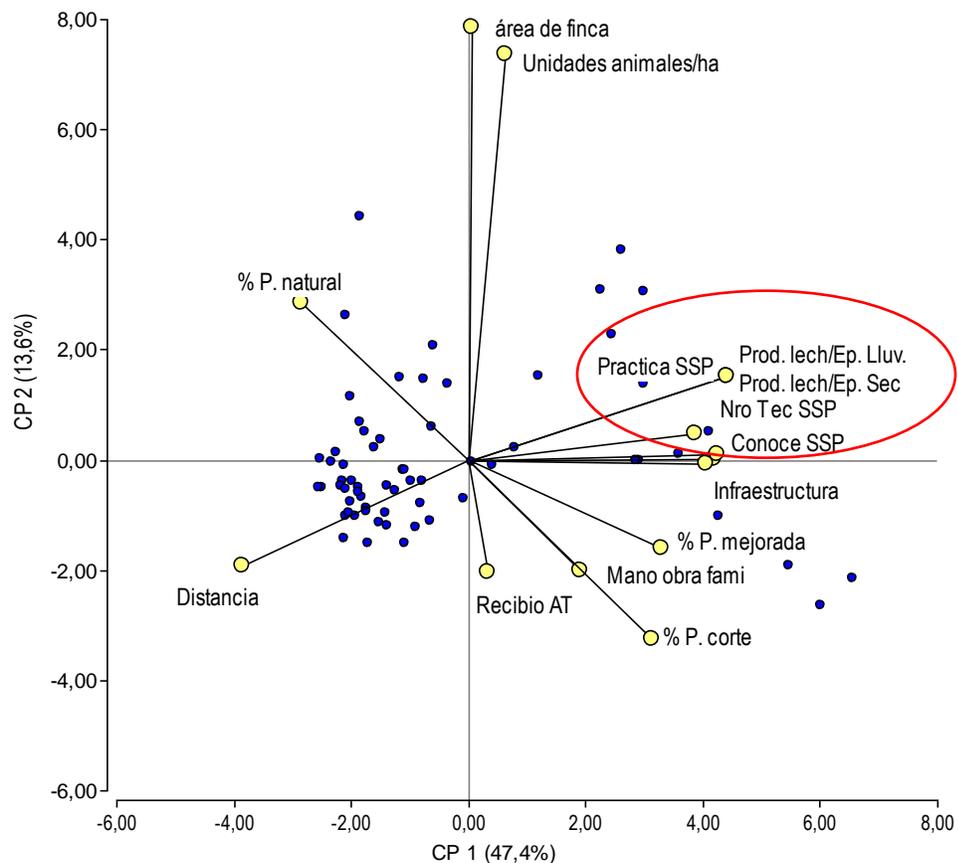


Figura 2.3. Localización en el espacio bidimensional de las variables cuantitativas de prácticas de manejo, producción, y de conocimiento mediante el análisis de componentes principales: primer plano factorial representando un 47,4% de la varianza (líneas partiendo del origen representan las variables cuantitativas originales medidas en el nuevo espacio coordenado y los puntos representan las fincas de la muestra evaluadas en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua).

3.3. Análisis de Correspondencias Múltiples

La representación gráfica del primer plano del Análisis de Correspondencia Múltiples se presenta en la (*Figura 2.4.*). Las clases que se alejan más de las coordenadas del origen (0,0) son las que contribuyen más a la variación entre fincas, es decir las que presentan frecuencias más dispares; por ejemplo, aplicación de pasturas mejoradas con árboles dispersos (SiPMCAD), presencia de asocio gramíneas leguminosas (SiAGLE);y, la presencia de bancos forrajeros de corte y acarreo (SiBFCA). Las clases que se encuentran próximas al origen del sistema de coordenadas tales como: alimentación con caña de azúcar (SiCÑ), la no presencia del asocio gramíneas leguminosas (NoAGLE), la no alimentación con king grass morado (NoKMO), y la no presencia de bancos forrajeros proteicos están más relacionadas con el sistema ganadero convencional (SC); esto significa que estos factores presentan poca variabilidad y se distribuyen de manera aleatoria en relación con las otras características de las fincas del grupo de fincas con tecnologías silvopastoriles (SSP) (Fernández et ál 2003).

En la *Figura 2.4.* se aprecia además algunas relaciones entre las variables cualitativas que más se asocian entre el grupo de fincas con sistema ganadero convencional y silvopastoriles (SC y SSP). Estas variables analizadas mediante el análisis de Correspondencia Múltiples (ACM), son las relacionadas al sistema alimentario que brindan en las fincas en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Se observa, que las variables que no están relacionadas al grupo de fincas con sistema convencional son: alimento dado con *Cratilya* (*Cratylia argentea*) (NoCRA), madero negro (*Gliricidia sepium*) (NoMNE), Taiwan (*Pennisetum purpureum*) (NoTW), king grass verde y morado (*Pennisetum purpureum* y *Pennisetum typhoides*) NoKVE y NoKMO; es decir, el sistema ganadero convencional no tiene una relación directa de alimentación proveniente de bancos forrajero de leguminosas arbustivas y bancos forrajero de gramíneas. Además, el sistema ganadero convencional no se relaciona con una alta densidad de árboles dispersos con pasturas mejoradas. Según Villanueva et ál (2009), los bancos forrajeros ofrecen recursos alimenticios para la alimentación animal en la época seca cuando los pastos reducen su disponibilidad y calidad de la materia seca comestible; además, los árboles en zonas con altas temperaturas mediante la sombra mitigan el estrés calórico del ganado, lo que contribuye con un incremento en la producción de leche y carne.

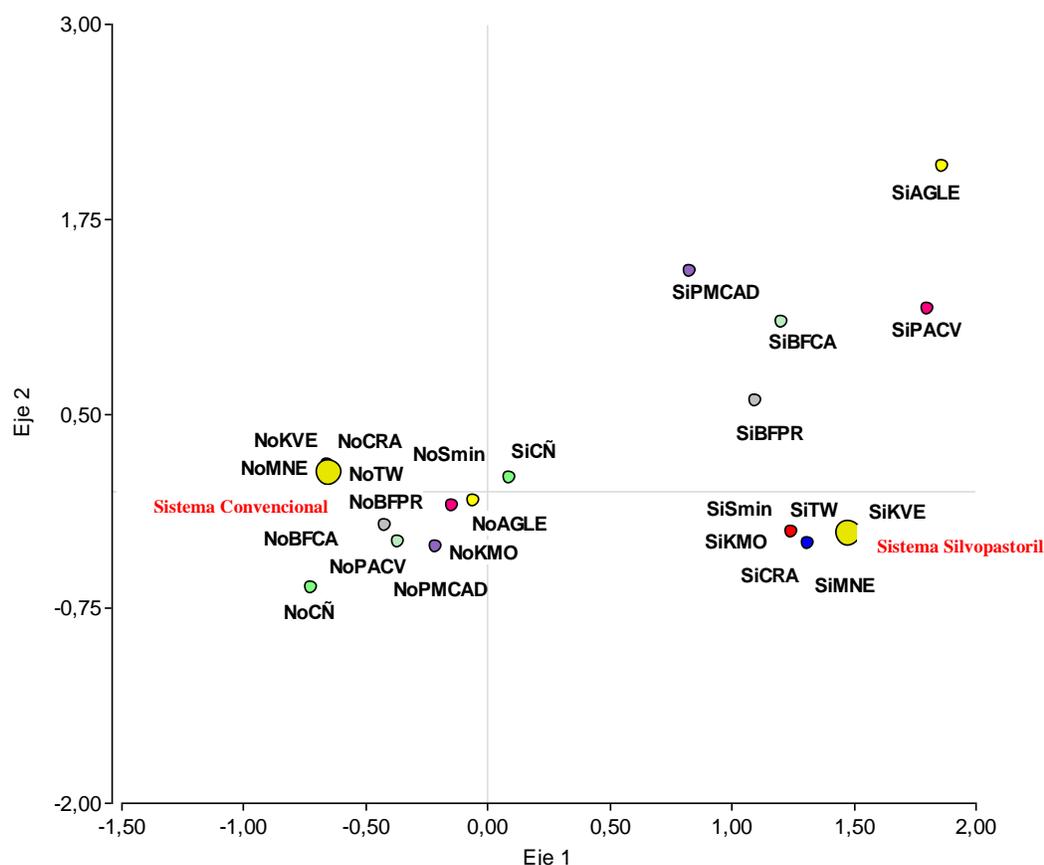


Figura 2.4. Localización en el espacio bidimensional de las variables cualitativas del sistema de alimentación y aplicación de tecnologías silvopastoriles mediante el análisis de correspondencia múltiple: primer plano factorial representando un 25% de variabilidad (puntos representan variables cualitativas medidas en el nuevo espacio coordenado), aplicado a las variables de las fincas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.

3.4. Análisis comparativo entre tipologías de fincas

Las características que dividieron a los ganaderos y para formar las tipologías fue el sistema alimentario; es decir por la incorporación de recursos endógenos provenientes de sistemas silvopastoriles y por otra parte de recursos exógenos como sal mineral y sal común (Tabla 2.3.; Figura 2.4.). La implementación de pasturas mejoradas con árboles dispersos, asocio de gramíneas y leguminosas, y bancos forrajeros de corte y acarreo son las prácticas comunes de los ganaderos del grupo con sistemas silvopastoriles. Estas prácticas de uso de

gramíneas arbustivas como: madero negro (*Gliricidia sepium*) y cratilya (*Cratylia argenta*) que tienen un alto valor nutritivo, digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIVMS) entre 60 y 86%, y proteína cruda (PC) entre 14 y 17%, les ha permitido tener mejor producción en época seca respecto del grupo de ganaderos con sistemas convencional (Ibrahim et ál. 1999). Hay otros estudios realizados por Lawrence et ál. 2005, Muñoz, 2004, Martínez, 2003 y Lykke, 2000 que evidencian el uso potencial de especies herbáceas y leñosas como recursos forrajeros en época seca.

En cuanto a la carga animal los sistemas de producción convencional (SC) y silvopastoril (SSP) tienen en promedio 0,82 y 1,08 UA hectárea⁻¹ respectivamente, con las mismas razas híbridas (*Bos Taurus x Bos indicus*).

Tabla 2.5. Características de las fincas con sistema convencional y silvopastoril en Río Blanco, Paiwas, Nicaragua, 2010.

Variables	Unidad	Sistema de producción			
		Sistema convencional (n=48)		Sistema silvopastoril (n=21)	
		(n=48)	E.E	(n=21)	E.E
Tamaño de finca	ha	67,82 a	7,30	75,06 a	11,42
Mano de obra	Jornales ha ⁻¹	0,09 a	0,01	0,11 a	0,01
Pasturas mejoradas con árboles dispersos	%	7,19 a	2,42	26,67 b	3,79
Pasturas naturales con árboles dispersos	%	71,95 b	3,05	54,59 a	4,77
Carga animal	UA ha ⁻¹	0,76 a	0,09	1,08 a	0,14
Pastos de corte	%	1,25 a	0,28	3,65 b	0,44
Leche	Kg vaca ⁻¹ día ⁻¹	2,9 a	0,12	4,6 b	0,12

Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila reflejan diferencia significativa según la prueba de LSD Fisher ($p < 0,05$).

3.4.1. Usos del suelo y tamaño de fincas

En esta zona de estudio, se han identificado suelos con propiedades agroforestales con un 12,7% del área total, suelos para uso silvopastoril con el 13,5% del área total, y los suelos

con propiedad forestal comprenden el 73,2% del área total (Pérez et ál 2008). Del uso del suelo para capacidad de uso silvopastoril, hay solamente un 30,43%, que vienen haciendo uso de esta capacidad; en este uso del suelo están en mayor cantidad los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles.

El área promedio destinada a la ganadería fue de 54,9 y 64,5 ha en el sistema convencional y silvopastoril respectivamente; mientras que en el área total de finca en promedio el grupo con SC presentó 67,82 ha y el grupo con SSP 75,06 ha. Estos valores de área no presentaron diferencias significativas entre el tamaño de fincas ($p=0,5950$) y el área dedicada a la ganadería ($p=0,4198$) (Tabla 2.2 y 2.4.; Figura 2.5.).

Los productores en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, se caracterizan por tener mayores extensiones de tierra disponibles para la producción ganadera, lo que se traduce en más potreros para la actividad ganadera (Vásquez, 2006); sin embargo, dentro del área dedicada a la ganadería se diferencian por los usos de suelos que dedican los dos grupos de ganaderos. La ganadería en este sector se caracteriza por ocupar áreas de producción ganadera de doble propósito y con bajas inversiones de capital y trabajo por unidad de área (Rugnitz, 2004; Vásquez, 2006; CENAGRO. 200); no obstante, en este estudio se enfocó en el análisis de la producción de leche.

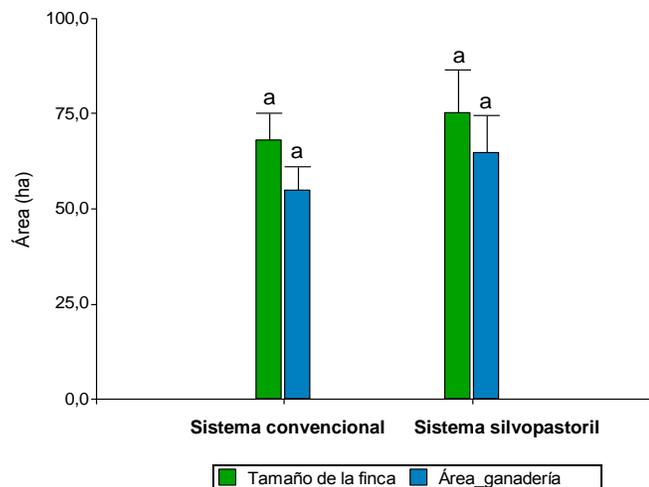


Figura 2.5. Área dedicada a la ganadería y área total de la finca en las fincas de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p<0,05$)

Entre los usos del suelo en las fincas con sistema convencional en promedio están: bosque primario 1,52 ha; bosque secundario 6,48 ha; tacotal 1,64 ha; zona ribereña 3,12 ha; pastura natural con árboles dispersos varió entre 10,54 y 224,83 ha; pastura mejorada con árboles dispersos, 6,94 ha; para la producción de forraje de corte y acarreo en promedio las fincas tienen 0,65 ha, área destinada a cultivos anuales 0,36 ha; y, finalmente 1,86 ha destinada a infraestructura. En términos porcentuales el uso del suelo que ocupa la mayor cantidad de área con un 71,95% son las pasturas naturales con árboles dispersos; seguida por las pasturas mejoradas más árboles dispersos con un 7,19; bosque secundario con 10,51%; zona ribereña con un 5,07%; zona de tacotal 2,11%; área de infraestructura con un 0,08%; área de bosque primario 1,49%; y, finalmente 1,26 y 0,44; de pastos de corte y cultivos anuales respectivamente. Es importante mencionar, que dentro de este grupo de fincas (SC) existe un 16,7% que no tienen sala de ordeño.

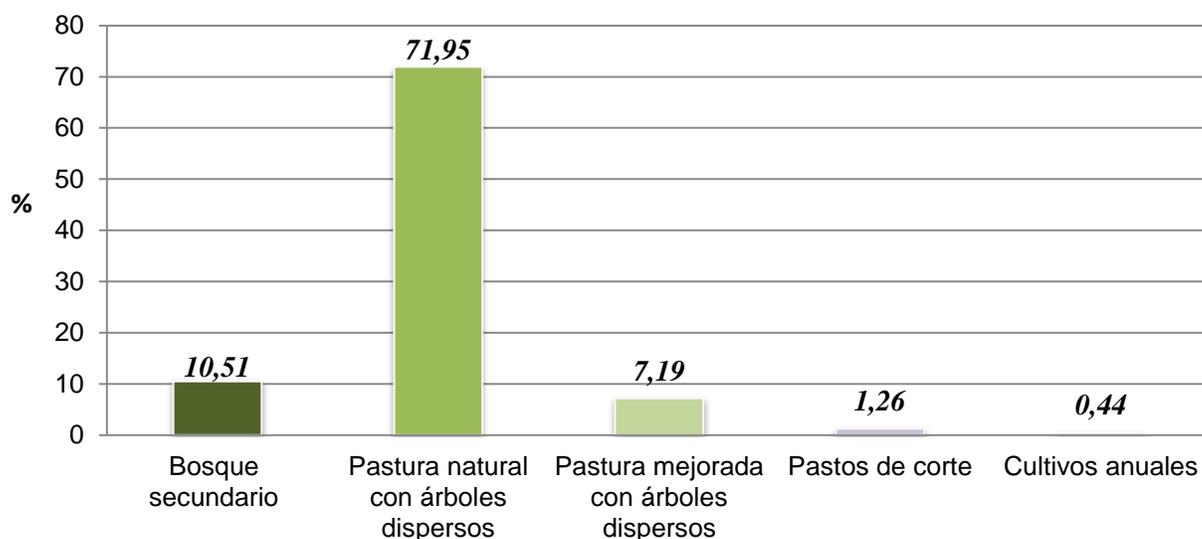


Figura 2.6. Porcentaje de usos del suelo en el grupo de fincas con sistema convencional (SC)

Los usos del suelo en fincas con sistema silvopastoril están compuestos por: Bosque secundario con 5,75 ha; área de tacotal 0,49 ha; zona ribereña 4,20 ha; área de pasto natural con árboles dispersos (3,86 a 148,95 ha); pasto mejorado con árboles dispersos 14,64 ha; área de producción de forraje de corte y acarreo tienen 2,06 ha; para la producción de cultivos anuales 0,05 ha; y, finalmente 0,04 ha destinada a infraestructura. En términos porcentuales

con respecto al área total de la finca, el mayor porcentaje ocupa los pastos naturales con árboles dispersos (54,59%), seguido de pastos mejorados con árboles dispersos con un 26,67%; bosque secundario con 8,2%; zona ribereña con 6,1%; pastos de corte con 3,6%; área de tacotal con 0,5%; cultivos anuales un 0,1%; y, finalmente un 0,08% de área destinada a infraestructura. Este grupo de fincas practica mayormente una explotación de pastoreo extensivo (98%). Según López et ál. (2007) en Nicaragua, una parte considerable de las tierras deforestadas se ha convertido en pastizales para ganadería extensiva de bajo nivel tecnológico y poca productividad.

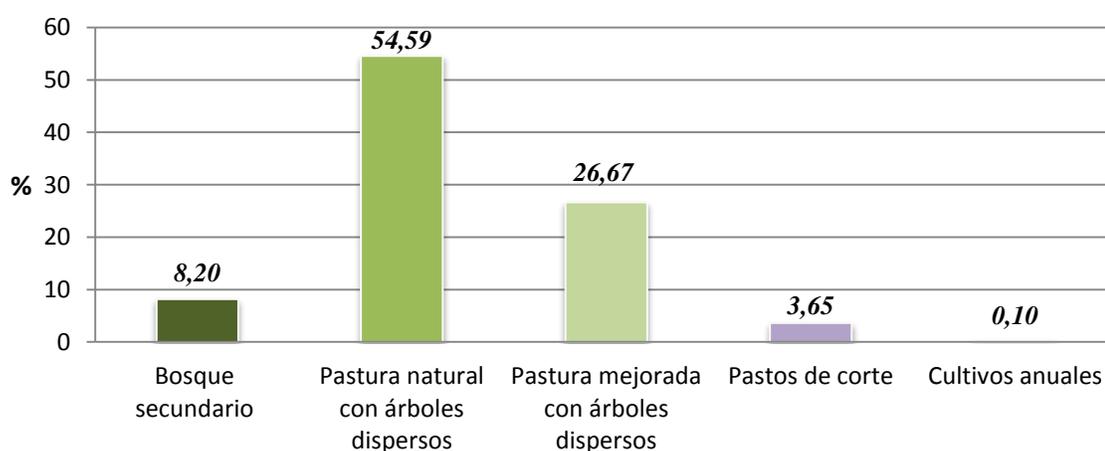


Figura 2.7. Porcentaje de usos del suelo en el grupo de ganadero con sistemas silvopastoril

En el uso del suelo entre los ganaderos del sistema convencional y silvopastoril, se da mayor uso a las pasturas naturales y mejoradas con árboles dispersos, encontrándose una diferencia significativa entre estas dos variables ($p < 0,001$) (Tabla 2.5. Figura 2.6.); el grupo de ganaderos con sistemas convencional (SC) con un 79,14% y el grupo de ganaderos con sistemas silvopastoril (SSP) con un 81,26% de su área total; es decir hay un ligero incremento del grupo de ganaderos con SSP respecto a los ganaderos con SC; sin embargo, el grupo con SSP tiene 26,67% destinada a pastura mejoradas con árboles dispersos, y 3,6% destinada a pastos de corte, frente a los 7,2% y 1,3% que destina el grupo de fincas con SC para pastura mejorada con árboles dispersos y de pastos de corte respectivamente. Estos porcentajes señalan, que el grupo de ganaderos con (SSP) cuenta con tecnologías silvopastoriles tales

como: una alta densidad de árboles dispersos en potrero, y bancos forrajeros, y otras tecnologías como cortinas rompe vientos, frente al grupo de ganaderos con (SC) que no las posee. Las tecnologías antes mencionadas nos permiten señalar además, que son parte de una ganadería amigable con el ambiente (Navas, 2007).

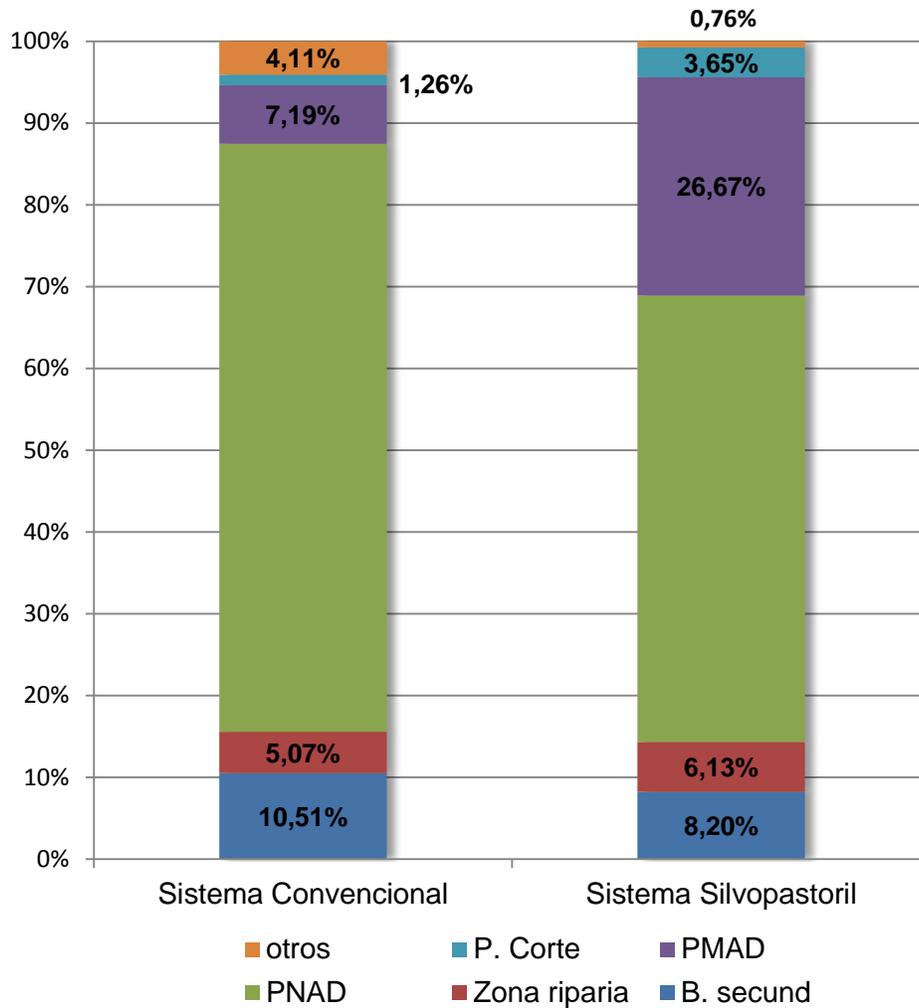
Los porcentajes dados entre el grupo de fincas con sistemas silvopastoriles y convencional, se asemejan a los encontrados en un estudio realizado por Villanueva et ál (2007), en el trópico seco de Costa Rica, donde se destina un mayor porcentaje a pastos (72%), seguido de bosque ripario (17%), cultivos (7%), y charral (3%); además, un 62% de pasturas en fincas ganaderas en el Chaco Semiárido Argentino (Alcocer et ál 2007), con un 85% de pasturas encontradas por Suarez et ál (2009) en Matagalpa – Nicaragua, y un 80% de pasturas del área total de las fincas, destinadas principalmente a la producción de leche, reportadas por Estrada y Holmann (2008) en Nicaragua, Costa Rica y Colombia.

Tabla 2.6. Análisis de varianza multivariado con la prueba Hotelling y un alfa=0,05 en función de los usos del suelo en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

tipo de sistema	B. secundario	Tacotal	Zona ribereña	Pastura natural con árboles dispersos en potreros	Pastura mejorada con árboles dispersos en potreros	Pastos de corte	Cultivos anuales	
Sistema convencional	10,51	2,11	5,07	71,95	7,19	1,26	0,44	A
Sistema silvopastoril	8,2	0,58	6,13	54,59	26,67	3,65	0,1	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0,05$)

En cuanto a los usos de suelo ocupados por bosque secundario, tacotal, zona ribereña, cultivos anuales, e infraestructura hay diferencias estadísticas entre los dos sistemas (Figura 2.8.). Estos resultados se relaciona con los encontrados por Suarez et ál (2009), quien señala que hay diferencias entre estos usos a excepción del área de cultivos.



PMAD: pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros
PNAD: pastura natural con árboles dispersos en potreros

Figura 2.8. Porcentajes de usos del suelo, en las tipologías de fincas con sistemas silvopastoriles (SSP) y convencional (SC).

3.4.2. Capacitaciones

Dentro de las capacitaciones recibidas en los últimos 5 años, el grupo de ganaderos con manejo convencional (SC), existe un 45,8% que no ha recibido asistencia técnica y un 54,2% que sí. Del porcentaje de capacitaciones recibidas, un 16,3 % recibió capacitación sobre calidad de leche; 26,5% sobre manejo de pesticidas; 44,9% sobre manejo de ganado; y, 2,0 y

10,2% capacitaciones recibidas sobre manejo de pasturas y sistemas silvopastoriles respectivamente (*Figura 2.9*).

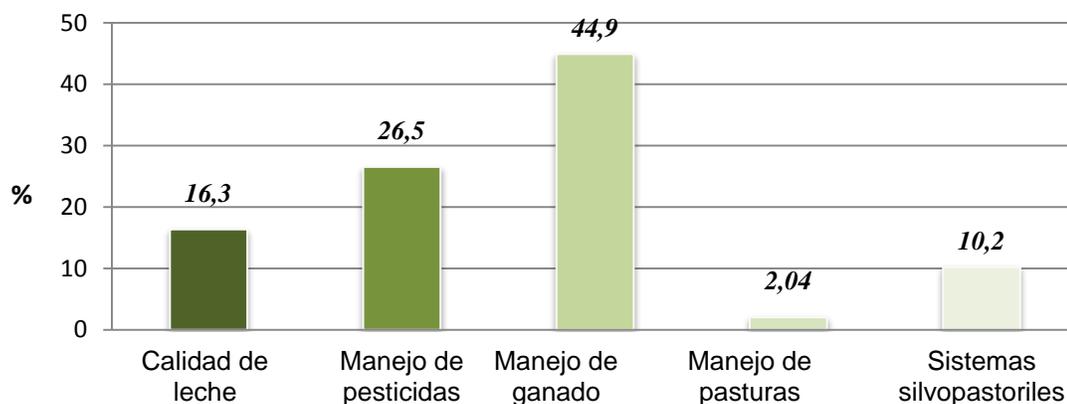


Figura 2.9. Capacitaciones que han recibido los productores con ganadería convencional

En cuanto a las fincas con sistemas silvopastoriles, los ganaderos con un 45,8% no ha recibido capacitación, mientras que el 54,2% si las recibió. Del porcentaje de capacitaciones recibidas, un 35% recibió capacitación sobre calidad de leche; 15% sobre manejos de pesticidas; y con 25% se capacitó sobre manejo de ganado y sistemas silvopastoriles (*Figura 2.10*).

El grupo de ganaderos que implementan tecnologías silvopastoriles, tienen mayor porcentaje de capacitación sobre sistemas silvopastoriles frente al grupo de ganaderos con manejo convencional; al respecto, estudios realizado por Hassan (1996), señala que existe una relación importante entre el acceso a la información y la producción. Señala que la transferencia de tecnología o capacitación, pueden sustituir a la educación formal en comunidades rurales donde existen bajos niveles de educación, y pueden constituirse en una estrategia eficiente para mejorar las condiciones socioeconómicas de los habitantes de una región. Partiendo de esto, se puede decir que aunque los productores no presenten en general, muchos años de educación formal es posible introducir tecnologías haciendo capacitaciones frecuentes.

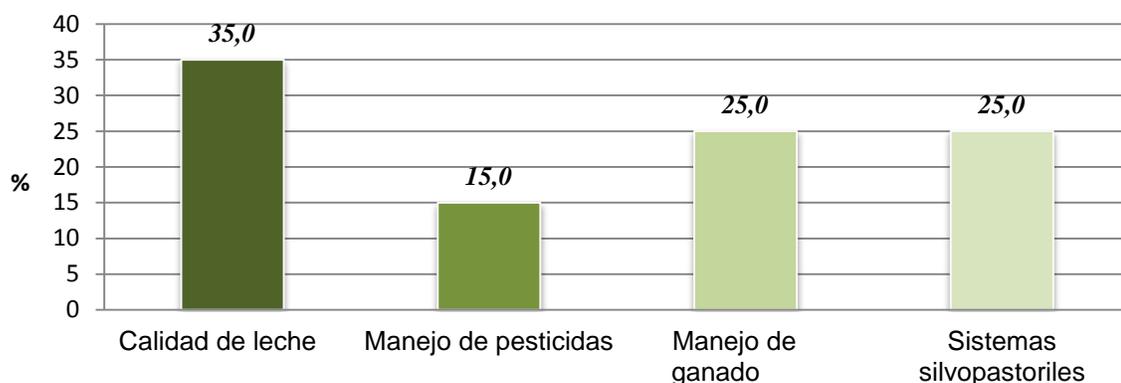


Figura 2.10. Capacitaciones que han recibido los ganaderos que aplican sistema silvopastoril.

Otro aspecto importante es el tiempo de dedicación a la ganadería. En el caso de las fincas con sistemas convencionales, los ganaderos se han dedicado por más de 21 años a la ganadería, lo que representa el 68,8%, y los ganaderos que aplican SSP el 42,8% en el mismo periodo de tiempo, es decir los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles están en el grupo de los más jóvenes; además, con un 8,3; 12,5; y 10,4 % están entre 11 a 16; 16 a 21, y 6 a 11 años respectivamente de dedicación a la ganadería; mientras que los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles están entre 16 a 21 años con un 23,8 %; y, de 11 a 16 años y 6 a 11 años con un 19,0 y 14,3% respectivamente.

3.4.3. Pasturas naturales y mejoradas

Los porcentajes obtenidos del área de pastos naturales en este estudio reportó que las fincas con ganadería convencional tienen (71,95%) de pasturas naturales con árboles dispersos (*Figura 2.11.*), y las fincas con sistemas silvopastoriles en menor porcentaje (54,59%). Estos porcentajes mostraron diferencias estadísticas significantes (*Figura 2.11.*). Es importante señalar, que en las dos tipologías de fincas, el área de pastos naturales con árboles dispersos ocupa el mayor porcentaje del área total de la finca. En este sentido, estos resultados se relacionan por estudios reportados por Villanueva et ál. (2007), en la que señala que los árboles dispersos pueden encontrarse aislados o en grupos dentro del paisaje silvopastoril; resultados que se obtuvieron de fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica, donde encontraron que el 35% de los árboles se encuentran aislados y el 65% se encuentran

formando pequeños grupos que conectan sus copas. En general en otras áreas de América Latina, es muy común (96% de fincas) la presencia de árboles en potreros (Stokes, 2001); sin embargo, las fincas con aplicación de tecnologías silvopastoriles tienen una alta densidad de árboles (>30 árboles h⁻¹), lo que permite entre otra cosas, una mayor riqueza, diversidad y abundancia de aves, lo que confirma que estos usos del suelo son una práctica de manejo amigable para la biodiversidad; además, aumentan la conectividad entre ecosistemas y facilitan el movimiento de algunas especies que se encuentran restringidas a hábitats boscosos (Fajardo et ál 2009, Pérez et ál 2006, Cardenas et ál 2003, Lang et ál 2003)

Esta característica, de la presencia de pastura naturales en mayor porcentaje, también la reporta Villacís et ál (2008), de estudios realizados en fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica, encontró que el 94.4 % de las fincas ganaderas poseen pasto Retana (*Ischaemun ciliare*), que representa el 89.8 % del área total de pasturas, debido posiblemente, a lo económico que resulta manejar, y no requiere de mayores labores agrícolas como: fertilización y control de plagas. Otros estudios realizados en Peten, Guatemala por Colón et ál. (2005), señalan que más de la mitad de los finqueros aún conservan pastos naturales en sus fincas. Los pastos naturales y naturalizados más comunes en el área son el jaragua (*Hypparrenia rufa*), ratana (*Ischaemun ciliare*) y grama del genero *Paspalum*.

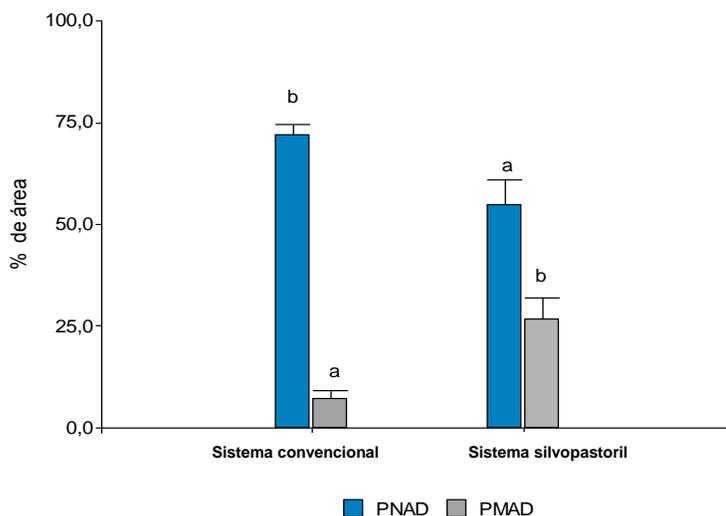


Figura 2.11. Porcentaje de área de pasturas mejoradas y naturales con árboles dispersos. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$) (PNAD: pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros; PMAD: pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros)

Actualmente se empieza a notar una tendencia generalizada hacia la sustitución de pasto natural por especies mejoradas, especialmente del género *Brachiaria*, por su adaptación a diferentes suelos y climas y su competitividad ante malezas, resistencia al pisoteo y aceptable calidad forrajera (Colón et ál. 2005); de ahí que el grupo de fincas con sistemas silvopastoriles tiene el mayor porcentaje (26,67 %) (Tabla 2.5.; Figura 2.11) de pasturas mejoradas (*Brachiaria brizantha* y *Brachiaria toledo*) con árboles dispersos frente al grupo de fincas con sistema convencional (7,19 %); esto debido a un cambio paulatino de pasturas naturales por mejoradas. En Nicaragua, solo el 14 % del área en pasturas se encuentra con gramíneas mejoradas mientras que un 86 % del área esta con pasturas nativas o naturalizadas de muy baja productividad y calidad, lo que se refleja en una carga animal baja de 1.3 UA ha⁻¹ en promedio (Pérez et ál. 2006); además, estudios realizados por Holmann et ál (2004) señala, que en Nicaragua y Panamá la adopción es baja; pero las gramíneas del género *Brachiaria* están contribuyendo con una proporción que va del 24 al 55% a la producción total anual de leche y entre el 5 y el 18% a la de carne. Estas cifras están demostrando claramente que los productores están usando este pasto para incrementar la producción de leche. A estos estudios se suma los realizado por Andrade et ál. (2008) en zonas como en Cañas, Costa Rica, donde señalan, que ya hay una tendencia considerable de reemplazar pasturas nativas o naturalizadas por especies más productivas y más tolerantes a sequía, tal como *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens*, las cuales cubren el 72% del área de total de Cañas (Esquivel et ál. 2003); además, en países como México hay un área total sembrada con especies de *Brachiaria* con un 6,5% de la superficie total de pastos permanente y en Honduras 1,0 % (Holmann et ál. 2004); lo que demuestra, que hay incremento de uso de pastos mejorados del género *Brachiaria*. Lo anterior es evidencia, que las fincas que practican tecnologías silvopastoriles bien manejadas y diseñadas incrementan la productividad; y, generan servicios ambientales.

3.4.4. Pastos de corte

En el grupo de fincas con sistemas convencional (SC), del área total de sus fincas, destinan 1,26 % para pastos de corte; y, los del grupo de fincas con sistemas silvopastoriles (SSP) 3,65 %, notándose que hay una diferencia estadística entre estos dos grupos ($p < 0,05$)

(Tabla 2.6., Figura 2.12.). Las fincas con sistemas convencional (SC) tienen como pasto de corte, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), es decir un 84% del total de los productores de este grupo lo cultiva, mientras que el 16% de los productores restantes no cuenta con caña de azúcar. Algunos autores coinciden en que la caña de azúcar es un pasto con alto contenido de azúcares y que combinada con fibra altamente lignificada, origina una baja digestibilidad (20%) de la fibra en el bovino (Cevallos et ál 2006); además, se menciona un bajo contenido de proteína (3%), minerales y una ausencia casi total de grasas y almidones (Urdaneta 2005). Además, el jugo de caña se fermenta con facilidad y genera alcohol; la caña picada no se consume apropiadamente (se retiene el bagazo crudo) y la melaza en altas dosis es tóxica. En este grupo de fincas con sistemas ganadero convencional existen ganaderos (65%) que utiliza ceniza, producto utilizado para incrementar la digestibilidad del bagazo (Suarez et ál 2009).

A pesar de lo mencionado anteriormente, los productores utilizan la caña de azúcar, porque su valor nutritivo aumenta a medida que avanza su madurez y alcanza su mayor concentración energética en la época seca, superando a las demás plantas forrajeras en contenido de energía y producción de materia seca (Urdaneta 2005). Sin embargo, estudios realizado por Espinoza et ál. (2006), señalan que se debe complementar la caña entera picada con otros pastos de corte, con el fin de mantener los niveles de producción de leche, ya que se ha reportado caídas de hasta el 40 y 50% de la producción vaca⁻¹ día⁻¹.

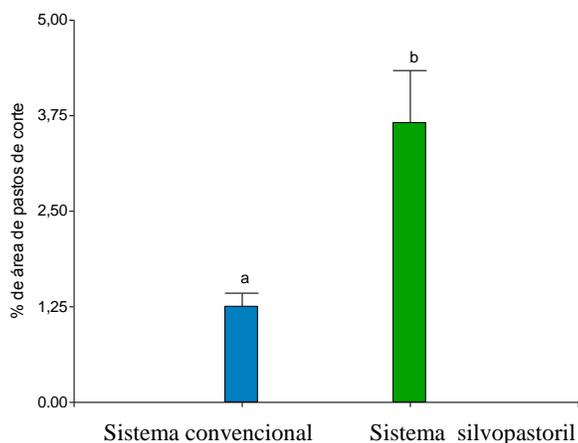


Figura 2.12. Porcentaje de área de pastos de corte. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p < 0,05$)

En el grupo de fincas con sistema silvopastoril (SSP), los pastos de corte que más se utilizan son: cratylia (*Cratylia argenta*) (80%); madero negro (*Gliricidia sepium*) (40%); King grass verde (*Pennisetum purpureum* y *Pennisetum typhoides*) (95%); king grass morado (60%); y, caña de azúcar con un (*Saccharum officinarum*), (90%). En las zonas de Río Blanco y Paiwas, la producción de leche es baja, debido a una deficiente alimentación a través del año, que se agrava principalmente en la época seca. Las deficiencias nutricionales de vacas lecheras que se dan principalmente en el grupo de fincas con sistema convencional (SC), son el resultado de los bajos niveles de proteína en el forraje comestible en pasturas, lo cual a su vez determina una disminución en el consumo voluntario de la dieta basal. Estas deficiencias permanentes, y estacionales de energía y proteína se derivan principalmente de la producción de pastos en la época seca (Sosa et ál. 2005, Soto et ál. 2008).

Otros estudios realizados por Sánchez et ál. (2009) Pezo e Ibrahim (1998) muestran que hay evidencia, que los bancos forrajeros con especies leguminosas perennes maximizan la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva y representan una alternativa para aliviar las deficiencias nutricionales en vacas lactantes durante épocas de déficit de forraje, es decir los ganaderos que aplican un sistemas convencional (SC), tienen una mayor opción de elevar y mejorar la producción de leche, al contrario de lo que sucede con los productores del grupo que aplican sistemas silvopastoriles (SSP). Esta conclusión se basa, en estudios realizados por Ibrahim et al. (1998, 2001), donde señala que los bancos forrajeros como suplemento de las pasturas incrementan la producción de leche hasta en 20% y reducen los costos de producción en un 40%, aumentando los ingresos netos de la finca (Camero, 1996).

3.4.5. Producción de leche

Los indicadores de producción de leche en el trópico Latinoamericano según Magaña et ál. (2006) y Vaccaro et ál. (1993), están entre 2,8 a 6,5 $\text{kg}^{-1}\text{vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$, es decir los productores de Río Blanco y Paiwas (*Tabla 2.5.*) que aplican tecnologías silvopastoriles (SSP) se encuentran en ese margen de producción (4,6 $\text{kgvaca}^{-1}\text{día}^{-1}$), y un valor de producción aproximado a esos márgenes están los productores del grupo de fincas con sistema convencional (SC) (2,9 $\text{kgvaca}^{-1}\text{día}^{-1}$).

Independientemente de la época seca y lluviosa hay una diferencia estadística ($<0,0001$) entre los dos sistemas de producción convencional y silvopastoril. El SC presentó una producción en la temporada seca de $2,28 \text{ Kg vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$ y $3,29 \text{ Kg vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$ en la época de lluvia; mientras que las fincas con SSP en la temporada seca de $3,79 \text{ Kg vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$ y $5,01 \text{ Kg vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$ en la época de lluvia (los productores venden su producción de leche a \$ $0,24^{20}$ litros⁻¹ a PROLACSA²¹). Eso se explica al uso de tecnologías que cada grupo viene aplicando en sus fincas. La aplicación de tecnologías silvopastoriles han demostrado incremento de la producción de leche en un 44,4% frente a un sistemas ganadero convencional (Solorio, et ál 2008, Casermeiro et ál 2008); además, beneficios ambientales como la reducción de la erosión, aumento de la fertilidad del suelo, incremento de la capacidad del agua de lluvia, recuperación y conservación de la biodiversidad, (Casermeiro at ál 2001), y beneficios económicos directos e indirectos como la fijación de carbono (De Petre et ál 2004)

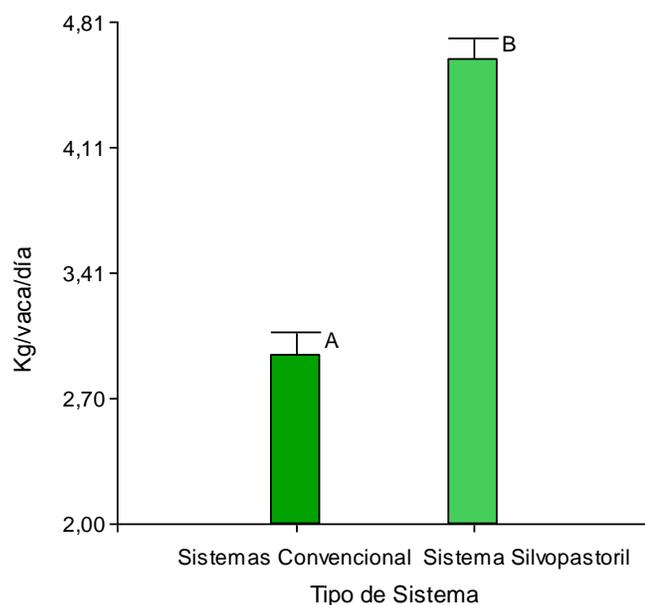


Figura 2.13. Kilogramos de leche/vaca/día. Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas en cada grupo de uso del suelo señalan diferencias significativas ($p<0,05$)

²⁰ Valor de la leche a cinco cordobas (tasa de cambio mes de marzo 21,0927, año 2010)

²¹ PROLACSA, Productos Lácteos S.A. Afiliada COMPANIA NESTLE.

4. CONCLUSIONES

- En la zona de estudio y del grupo de productores que venden su producción a PROLACSA/Nestlé, se pudo determinar que existen dos tipos de sistemas de producción, fincas que desarrollan un sistema convencional con 69,6% y las que implementan sistemas silvopastoriles con un 21,3%.
- El grupo de ganaderos con sistema convencional, son los que presentaron bajos niveles de producción. El sistema convencional presentó una producción de leche por vaca de 2,9 kg vaca⁻¹día⁻¹, mientras que las fincas con sistemas silvopastoriles presentaron 4,6 kg vaca⁻¹día⁻¹. Estas diferencias en producción se deben, a que los ganaderos con sistemas silvopastoriles implementan prácticas como: pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros, asocio de gramíneas y leguminosas, y bancos forrajeros de corte y acarreo.
- Las fincas con sistemas ganadero convencional se encuentran a mayor distancia del pueblo, lo que les ha ocasionado problemas de transporte para la comercialización de la leche, ganado y materiales necesarios para infraestructura y mantenimiento de las fincas. Además, estas fincas tienen menos acceso a asistencia técnica y por ende presentaron menor conocimiento sobre diferentes técnicas de manejo y prácticas silvopastoriles; ésta puede ser una razón que influye en que tengan menos desarrollo de tecnologías silvopastoriles.
- En Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, hay una tendencia generalizada hacia la sustitución de pasto natural por especies mejoradas, especialmente del genero *Brachiaria*. El grupo de ganaderos con sistemas silvopastoriles presentó 26,67% de pasturas mejoradas (*Brachiaria brizantha* y *Brachiaria toledo*) con árboles dispersos en potreros, frente al grupo de ganaderos con sistema convencional que presentó solo 7,19 %. En cuanto a pasturas naturales las fincas con sistema convencional presentaron 71,95% y las fincas con sistemas silvopastoriles 54,59% del área total de la finca.

- Los ganaderos con sistema convencional del área total de la finca destinan 1,26 % para pastos de corte; y, las fincas con sistemas silvopastoriles 3,65 %. Las fincas con sistema convencional tienen como pasto de corte únicamente la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); mientras que los ganaderos con sistemas silvopastoriles cuentan con *Cratylia argenta*, *Gliricidia sepium*, *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum typhoides* y *Saccharum officinarum*.

CAPITULO III. PERCEPCIÓN, ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMATICO

1. INTRODUCCIÓN

La variabilidad natural del clima, desde una escala estacional hasta una escala plurianual, ha producido efectos significativos en los países de América Latina, sugiriendo que las proyecciones del cambio climático constituyen un elemento importante para la planificación nacional y regional. Al cambio climático no se lo debería considerar de manera aislada, sino en interacción estrecha con otros factores importantes del desarrollo, tales como las prácticas del uso de la tierra, el crecimiento de la población, la situación económica y el comportamiento de la comunidad (Canziani et ál. 2000)

La contribución actual de América Latina a la emisión de gases de efecto invernadero global es baja (aproximadamente 4 %) (Canziani et ál. 2000; PNUMA, 2007). Sin embargo, los impactos potenciales futuros del clima y de los cambios en el uso de la tierra podrían ser extensos y costosos para esta región. Además, la liberación de carbono a la atmósfera, como consecuencia de la deforestación masiva y continua, tendría la capacidad potencial de alterar el balance global del carbono (Canziani et ál. 2000).

En América Latina, los pastizales cubren alrededor de un tercio de la superficie (Malagnoux et ál 2007; PNUMA, 2007). La productividad y las especies que componen los pastizales están directamente relacionadas con condiciones altamente variables de cantidad y distribución estacional de la precipitación y resultan afectadas sólo secundariamente por otras variables climáticas, con excepción de altas temperaturas en áreas propensas a incendios naturales. Los pastizales de regiones templadas son vulnerables a la sequía, consecuentemente la producción ganadera caería drásticamente si la precipitación disminuyera o si el registro de temperaturas se eleva, trayendo consigo incrementos en la evapotranspiración (Canziani et ál. 2000).

No obstante, las discusiones acerca del impacto del cambio climático generalmente se enfocan en el efecto que éste tendrá sobre los países más ricos; sin embargo, la comunidad científica está bastante preocupada sobre el hecho que el mayor impacto del cambio climático lo experimentarían las personas más pobres del mundo.

Este capítulo reflexiona sobre la percepción y las medidas de adaptación del fenómeno cambio climático, que tienen los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. De esta percepción que tienen sobre el cambio climático, se está plasmando en la creación de nuevas estrategias y/o medidas de adaptación que les permitan contrarrestar los efectos que ya se sintiendo en cada una de sus fincas.

I. PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO

Analizar la percepción sobre los efectos del cambio climático y las estrategias de adaptación que implementan para reducir sus impactos, los productores de leche en la cuenca de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua.

II. PREGUNTA CLAVE

¿Cuáles es la percepción y estrategias de adaptación al cambio climático que aplican los ganadero de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del estudio

El presente estudio se realizó en Río Blanco y Paiwas. En Río Blanco existen dos zonas predominantes, una Tropical Seca y otra Tropical Húmeda con una temperatura que oscila entre los 16 y 25° centígrados. Río Blanco, se encuentra ubicado en el centro de Nicaragua a 110 km. de la ciudad de Matagalpa y 220 km. de la capital Managua, su posición

geográfica se sitúa entre las coordenadas 12° 56' de Latitud Norte y 85° 13' de Longitud Oeste. Paiwas se encuentra al Norte con el Municipio Siuna, al sur con los municipios de El Rama y Camoapa, al este con los municipios de La Cruz de Río Grande y El Tortuguero, y al oeste con los municipios de Matiguás y Río Blanco; se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas 12° 47' de latitud norte y 85° 07' de longitud oeste.



Figura 3.1. Ubicación de la zona de estudio

2.2. Selección de productores

Para conocer la percepción, efectos y estrategias de adaptación del cambio climático se seleccionaron aquellas fincas, en las que sus productores venden su producción a Prolacsa (afiliada de Nestlé), para lo cual se realizó las siguientes actividades:

1. De los 288 productores de leche que venden su producción a Prolacsa, mediante un muestreo aleatorio simple (Di Rienzo et ál. 2008), se eligieron 69 productores.
2. Se diseñó una entrevista semiestructurada para recopilar información sobre la percepción del cambio climático ambiental y de conocimiento del fenómeno. La entrevista fue aplicada entre los meses de febrero a marzo de 2010. Mediante la entrevista se recopiló la siguiente información:
 - a. **Datos generales:** descripción del sistema, área de la finca, historial de la finca, superficie total dedicada a la ganadería.

- b. **Percepción y conocimiento:** cambios del clima a lo largo de la vida del productor, conocimiento sobre cambio climático, capacitaciones recibidas sobre cambio climático, causas y efectos que ha provocado el cambio climático en su finca, intensidad de calor.
- c. **Efectos:** calor en los últimos años, efectos de las sequías, precipitaciones, temperatura, cambios en los cultivos, pastos.
- d. **Adaptación al cambio climático:** prácticas en la finca, tecnologías implementadas, pastos, bancos forrajeros, agua.

2.3. Revisión de literatura

Se contrastó la percepción local que los productores tienen sobre el cambio climático y obtenida mediante encuestas y entrevistas con información primaria del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales del Ambiente de Nicaragua.

2.4. Análisis estadístico de la información

Con los datos colectados se aplicó un análisis estadístico que consistió en la aplicación de técnica multivariada. Las variables se analizaron mediante el uso de tablas de contingencia ($\alpha=0.05$) y un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). Con el análisis (ACM), se determinó que estrategias están más relacionadas con los dos sistemas de producción estudiados; además, conocer la relación de la baja y alta producción de leche con las estrategias de adaptación al cambio climático.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Percepción del cambio climático de productores de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua

En estudios realizados por Ramirez, et al (2010), los análisis en los escenarios climático y socioeconómico (*Figura 1.3.; Figura 1.4.; Figura 1.5.*) prevén, que el cambio del clima va a tener graves impactos ambientales, económicos y sociales en Nicaragua, en

particular a los agricultores rurales, cuyos medios de subsistencia dependen en gran medida del comportamiento de las precipitaciones (Fosu-Mensah et ál. 2007).

El clima en la región del Caribe ha tenido un cambio simultáneo a las variaciones observadas a nivel mundial. En esta región, los registros de temperatura han demostrado un incremento en el último siglo, principalmente en la década de 1990, siendo esta la más cálida desde el comienzo del siglo 20, y muy particularmente el año 1998 ha sido uno de los más cálidos en todos los registros presentados (Taylor et ál. 2010 y Bueno et ál. 2008). Estas evidencias de cambio en el clima los productores de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, tienen una percepción²² acertada, donde señalan con un 71,01% que el clima ha cambiado, frente a un solo 28,99% que señala lo contrario. Otros estudios realizados por Sepúlveda (2008) citado por Villanueva et ál. (2009), en Costa Rica, señalan que un alto porcentaje de ganaderos (34%), ha sentido un cambio en la intensidad del frío y del calor, y alteraciones en la época seca y lluviosa.

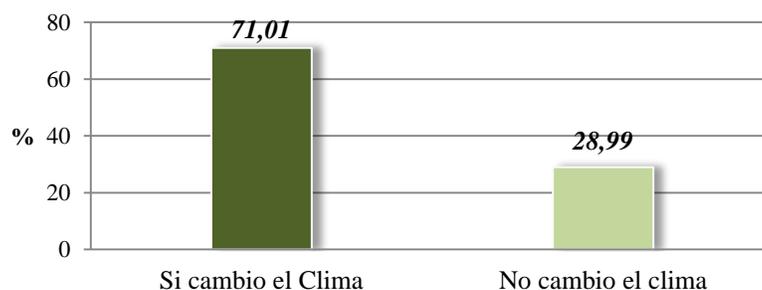


Figura 3.2. Porcentajes de percepción que los productores tienen en cuanto al cambio positivo o negativo del cambio climático en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

²² Percepción ambiental es entendida como la forma en que cada individuo aprecia y valora su entorno, e influyen de manera importante en la toma de decisiones del ser humano sobre el ambiente que lo rodea (Barber et ál 2003). A pesar que lo percibido por las personas puede ser radicalmente distinto a la realidad objetiva del medio ambiente, es de gran importancia para los científicos, así como para los individuos que buscan potenciales medidas de mitigación al cambio climático, el análisis de percepción (Adger 2003; Berkhout, et ál 2004, Bord, et ál 1998).

En esta zona, las fincas con sistemas convencionales y silvopastoriles, los ganaderos, tienen la misma percepción del cambio ocurrido en el clima (*Tabla 3.1.*) ($p>0,05$), es decir los ganaderos en los dos sistemas de producción en los últimos años han sentido los mismos cambios en el clima. Además, los ganaderos en los últimos cinco años han sentido un calor más intenso (84,06%) (*Figura 3.3.*). Al respecto el IPCC (2007), señala que el incremento de temperatura de los últimos 50 años es dos veces mayor al aumento de los últimos 100 años ($0,13^{\circ} \text{C} \pm 0,03$ vs. $0,07^{\circ} \text{C} \pm 0,02$ por década); por otro lado manifiestan, que el año 2005 fue el segundo más cálido (después de 1998) registrado durante el lapso 1850–2006; y los años 2002, 2003 y 2004 ocupan tercer, cuarto y quinto lugar entre los años más cálidos del planeta; finalmente, 11 de los 12 años (1995 a 2006), excepto 1996 pertenecen al rango de los 12 años más cálidos registrados desde el año 1850.

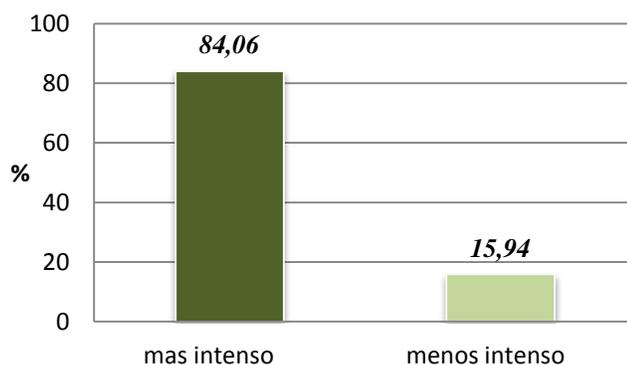


Figura 3.3. *Porcentajes de percepción que los productores tienen del calor actual referente al de cinco años atrás en la zona de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.*

Estudios realizados por Lennox et ál. (2010), señalan que el incremento de la temperatura atmosférica, la reducción, la inestabilidad del régimen de lluvias, el aumento de la temperatura y el nivel del mar, aunados a la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos como sequías y huracanes, impactarán la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud y la seguridad de la población; además, debilitarán la capacidad del ambiente para proveer recursos y servicios vitales.

Frente a los problemas ambientales, es de rescatar el conocimiento local de los ganaderos de la zona de estudio. El conocimiento local incluye percepciones, pensamientos de las personas acerca de hechos que se dan, incluyendo habilidades y prácticas de manejo que la

gente ha aprendido por varias observaciones repetidas (Villanueva et al 2009, Rahman 2000, Arce y Long 1992), y en base de la experimentación y cercanías con el ambiente (Arce y Long 1992). Estas afirmaciones son las que se dan en los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, acerca del cambio climático, ellos relacionan al cambio climático con cambios en las precipitaciones (23,19%) y en la temperatura (43,48%) (Figura 3.4.).

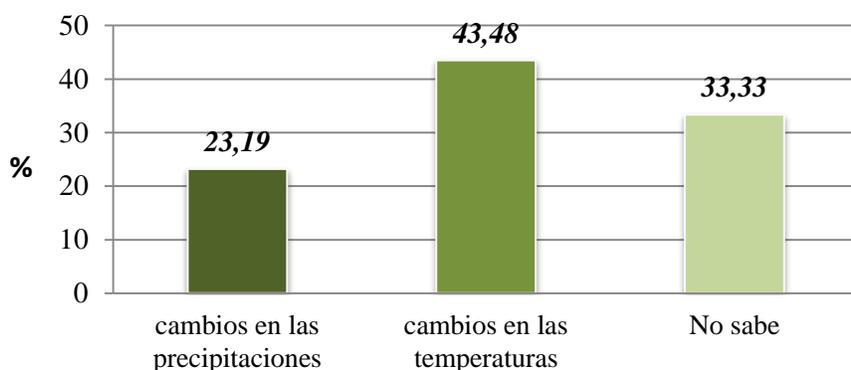


Figura 3.4. Definiciones que los ganaderos relacionan con el cambio climático en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Tabla 3.1. Conocimiento y percepción de los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Variable	%		Estadístico		
			Chi Cuadrado MV-G2		Coef. Conting Cramer
			valor	p	
Cambio el clima	Si cambio (28,9)	No cambio (71,0)	3,37	0,0666	0,16
Definición de cambio climático	Def 1 (23,2)	Def 2 (43,5)	21,74	<0,0001	0,38
Recibió capacitación sobre cambio climático y fenómeno del niño	Si recibió (7,25)	No recibió (92,75)	0,30	0,5837	0,05
Calor actual con hace 5 años	Más intenso (84,06)	Menos intenso (15,94)	6,94	0,0085	0,24

Def 1: cambios en las precipitaciones; **Def2:** cambios en las temperaturas. El porcentaje faltante de 33,33 no sabe.

Es importante mencionar que los ganaderos en esta zona de estudio eligen los insumos deseados y los animales más rentables, y los pastos que les rindan mayores ganancias; sin embargo, tomando en cuenta el beneficio máximo y las aportaciones de cada ganadero, se podrá estimar que sus ganancias dependerán de factores ambientales como la temperatura o la precipitación (Seo y Mendelsohn, 2006, Ramirez, et al 2010).

Además, en la zona de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, los cambios de clima que se han venido dando, se deben principalmente a la deforestación. En esta zona de estudio hay un porcentaje global de deforestación de aproximadamente un 40% anual (Marin, et ál. 2006). Esta deforestación de continuar su avance y el del crecimiento de la población (3,2% anual), es muy probable que al cabo de 10 años haya dificultades para satisfacer la creciente demanda de agua (Marin, et ál. 2006). Al respecto Moutinho y Schwartzman (2005), señala que la deforestación es el segundo contribuyente principal de las emisiones de carbono en todo el mundo después de la quema de combustible fósiles.

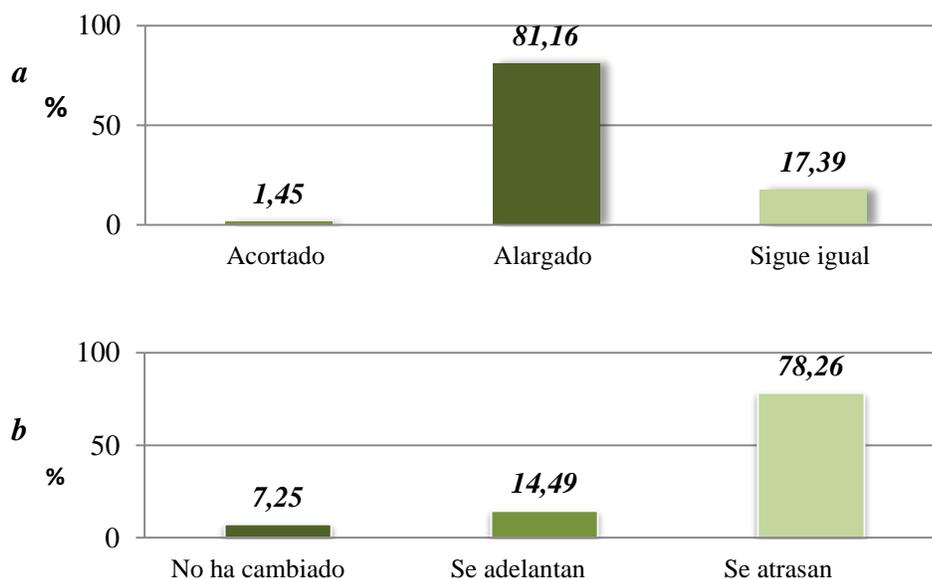


Figura 3.5. a) Porcentajes del comportamiento de la temporada seca; y b) comportamiento de la lluvia en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

De los problemas derivados del cambio climático hay diferentes variaciones en los estados del clima; por ejemplo, en cuanto al 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 acordó solo un 1,45% (Figura 3.5.). En cuanto al comportamiento de la lluvia, los ganaderos con un 78,3% señalan que las lluvias se atrasan; 7,25% que no ha cambiado; y, con un 14,49 los ganaderos señalan que las lluvias se adelantan.

En cuanto a la percepción que tienen los productores sobre los años en los que se han presentado los mayores eventos climáticos en los últimos 15 años, en relación a las mayores lluvias y sequías, han señalado que el año 1998 (50,8%), ha sido el de mayor cantidad de lluvias y el de mayor sequía el año 1997 (75,0%) (Figura 3.6.). Estos años tienen mucha relación con la presencia de dos huracanes, el George y el Mitch, los cuales causaron pérdidas catastróficas, especialmente en Honduras y Nicaragua. Al respecto, Biasutti et ál. (2010) señala que entre los años 1995 y 2009 han sido los años que más problemas han tenido la región caribeña, por presencia de huracanes y tormentas tropicales, a esto se adiciona que los países con mayores daños por presencia de estos fenómenos ambientales han sido Nicaragua y Honduras (Harmeling 2009).

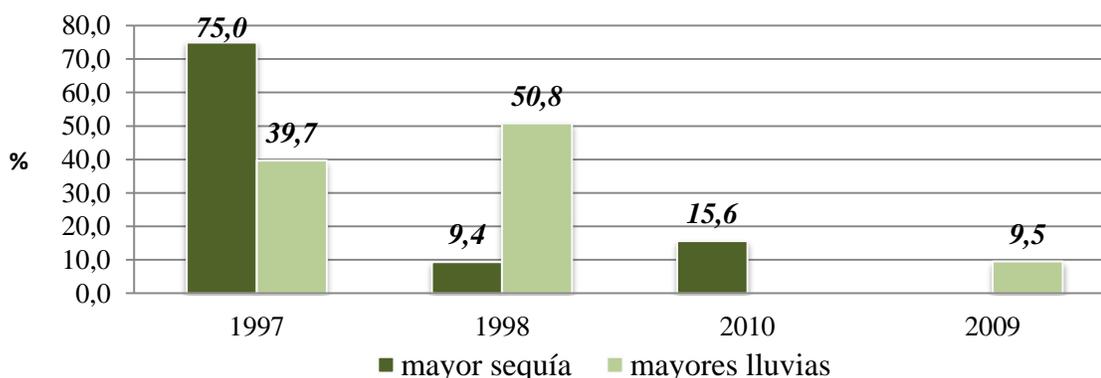


Figura 3.6. Años en los que se presentaron las mayores sequías y lluvias en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Frente a los impactos ambientales que se están dando en la zona, los ganaderos han recibido capacitación únicamente un (7,25%) sobre problemas ambientales y como estos afectarían a la ganadería (Figura 3.6.). Este bajo nivel de capacitación recibida puede deberse a la escasa divulgación de resultados de parte de los investigadores y escasa investigación en la zona sobre impactos ambientales. Un estudio realizado por MARENA (2007), señala que los productores en general en Nicaragua, han recibido capacitación acerca de conservación de

suelos, preparación de abonos orgánicos, entre otras técnicas para mejorar las productividad del suelo y todo lo relacionado a la ganadería, incluido los sistemas silvopastoriles; y, solamente un 20 % de la población total analizada, afirmó que ha recibido capacitación sobre técnicas de cómo adaptarse al cambio climático y problemas ambientales en general.

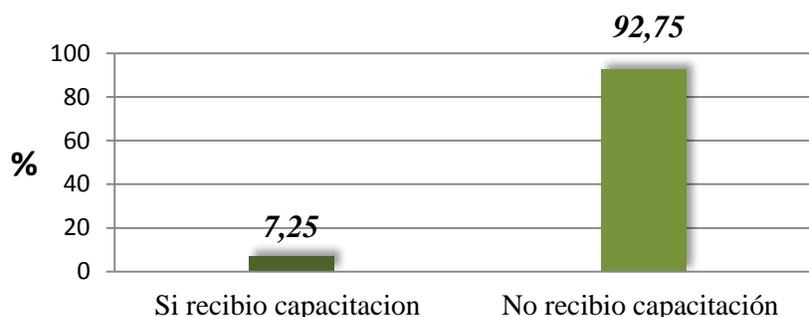


Figura 3.7. Porcentaje de capacitación, que han recibido los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, sobre problemas y fenómenos ambientales y sus implicaciones en la ganadería.

3.2. Efectos ocasionados por el cambio climático

Estudios realizados por Seo y Mendelsohn (2006) en base al “*Ricardian Method*”, señalan que el cambio climático será perjudicial para los ganaderos, sus explotaciones tienen pocas alternativas; sin embargo, las pequeñas explotaciones serán las más capaces de adaptarse al calentamiento global.

Uno de los problemas como consecuencia del cambio climático en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, es la prolongación de la temporada seca, misma que 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%) (*Tabla 3.2.*). Además, los ganaderos señalan que ha existido un incremento del calor (84,06%) (*Figura 3.8.*), es decir ahora lo sienten más intenso en comparación con hace 5 años; y, solamente un (15,94%) señala que es menos intenso. Estudios realizados por Harmeling (2009), señalan que evidentemente hay un incremento del calor en Nicaragua, convirtiéndolo a este país de acuerdo al “*Climate Risk Index (CRI)*” como un país de alto riesgo climático.

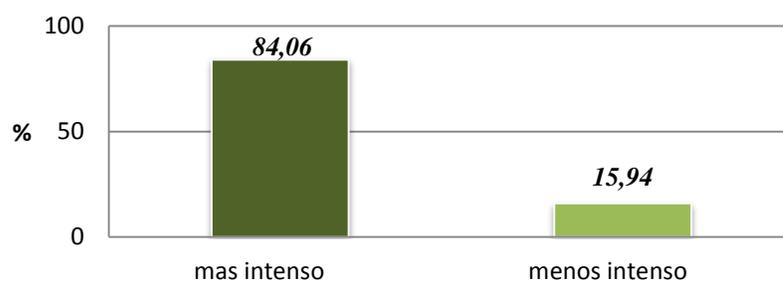


Figura 3.8. Comportamiento del calor actual con hace cinco años atrás, en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Otro de los problemas causados por el cambio climático son las lluvias intensas y el calor intenso, las cuales han tenido sus implicaciones, por ejemplo: las lluvias intensas están provocando renquera y mucosidad en un mayor porcentaje (52,17%), derrumbes (30,43%), y baja producción de leche (10,14%) y siembras tardías (07,25%) en menor porcentaje. Los efectos por el calor intenso son: baja producción de la leche (44,93%), animales más flacos (13,04%), y pérdida de los cultivos (42,03%). Los ganaderos con sistema convencional (SC) señalan que el mayor porcentaje por incremento del calor, se da en la baja de la producción de leche (57,14%), ocasionada principalmente por efecto del déficit de pastos, y el estrés animal; por otro lado, los ganaderos con sistemas silvopastoril con un mayor porcentaje (80%), señalan como mayor problema a la pérdida de los cultivos. Esta diferencia entre los dos sistemas de producción ($p < 0,0002$) se da especialmente, por las tecnologías que aplican cada ganadero; por un lado, los ganaderos con sistema silvopastoril cuentan con tecnologías que les permiten en mayor cantidad amortiguar el incremento de calor (Vargas, 2007; Villanueva, 2007), lo que no sucede con los ganaderos que cuentan con sistemas convencionales.

Estudios realizados por Villanueva et ál (2009), señalan que en zonas del trópico seco, donde se marcan dos épocas (seca y lluviosa), la situación es crítica, por ejemplo, en la época de lluvias, éstas son de distribución irregular y en casos de tormentas los problemas se asemejan a lo que ocurre en el trópico húmedo; en la época seca, este período tiende a ser más largo y con mayor temperatura, lo cual afecta la cantidad y calidad de alimento disponible, mortalidad de animales y pérdida de capital de la finca, como la muerte de ganado y disminución de la calidad de la tierra.

Tabla 3.2. Manifestaciones y efectos del clima en la zona estudiada.

Manifestaciones del clima en la zona y los efectos que ha provocado en sus fincas	Sistema convencional	Sistema Silvopastoril	Total %	Estadístico		
				Chi Cuadrado MV-G2	Coef. Conting Cramer	valor p
Lluvias más intensas y prolongadas	Renquera, mucosidad	53,06	50,00	1,33	0,7213	0,10
	Baja producción de leche	12,24	5,00			
	Derrumbes	28,57	35,00			
	Siembras tardías	6,12	10,00			
Más calor	Baja producción de leche	57,14	15,00	17,20	0,0002	0,35
	Animales más flacos	16,33	5,00			
	Perdida de cultivos	26,53	80,00			
Época seca prolongadas	Muerte animales	14,29	10,00	14,99	0,0104	0,33
	Disminución de agua	8,16	45,00			
	Disminución pastos	34,69	10,00			
	Perdida de cultivos	14,29	20,00			
	baja producción de leche	24,49	10,00			
	Daños en el suelo	4,08	5,00			

Otros estudios realizados por Valtorta et ál. (1997), señalan que la producción de leche es afectada por el incremento de la temperatura, y en iguales términos la proteína. Brouček et ál. (2009) señala además, que el tiempo caluroso reduce el consumo de materia seca y una baja en la producción de leche especialmente en el periodo de lactancia.

Desde un punto de vista económico, en los sistemas silvopastoriles, el efecto de la sombra de los árboles dispersos en potreros, incrementa la producción de leche dentro de un rango de 10 a 22% en comparación con el sistema tradicional que no tienen árboles en

potreros. Este efecto se atribuye a una menor temperatura ambiental bajo la sombra de los árboles, que reduce el estrés calórico del ganado, lo cual está asociado con una baja tasa respiratoria, permitiendo gastar menos energía y consumir más alimento (Souza 2002, Betancourt et al. 2003)

Por otro lado, en base a los diferentes escenarios ambientales y socioeconómicos, en los próximos años los pronósticos mundiales indican aumentos en la temperatura global del planeta; por lo tanto, el rol de las leñosas en los potreros de los sistemas ganaderos será relevante para el confort térmico del ganado y la oferta de recursos alimenticios en la época seca; además, los árboles no solo brindan sombra, también algunas especies producen frutos que son consumidos por los animales en la época seca, cuando se reduce la disponibilidad y calidad del pasto (Villanueva et ál 2009).

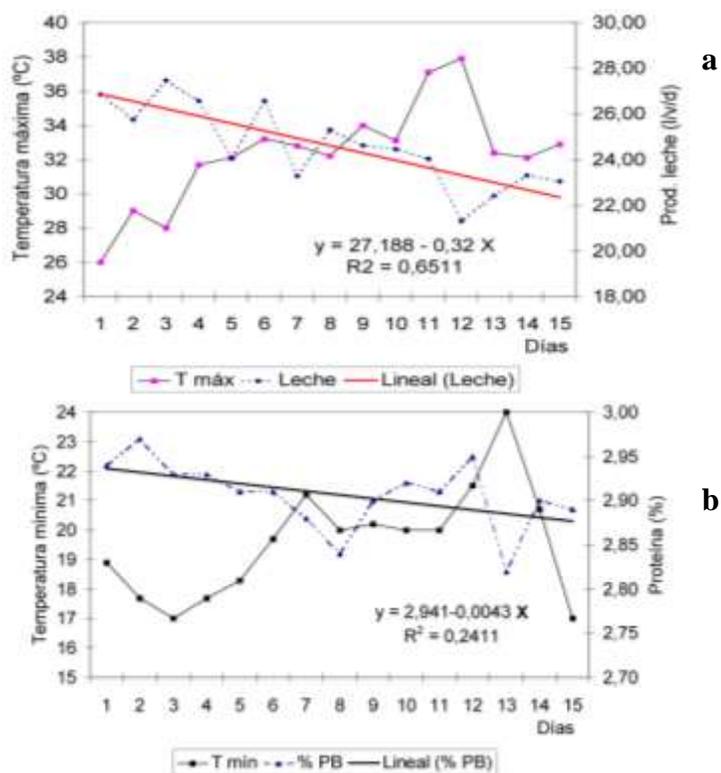


Figura 3.9. (a) Producción de leche afectada por temperatura máxima. (b) Proteína bruta afectada por la temperatura mínima.

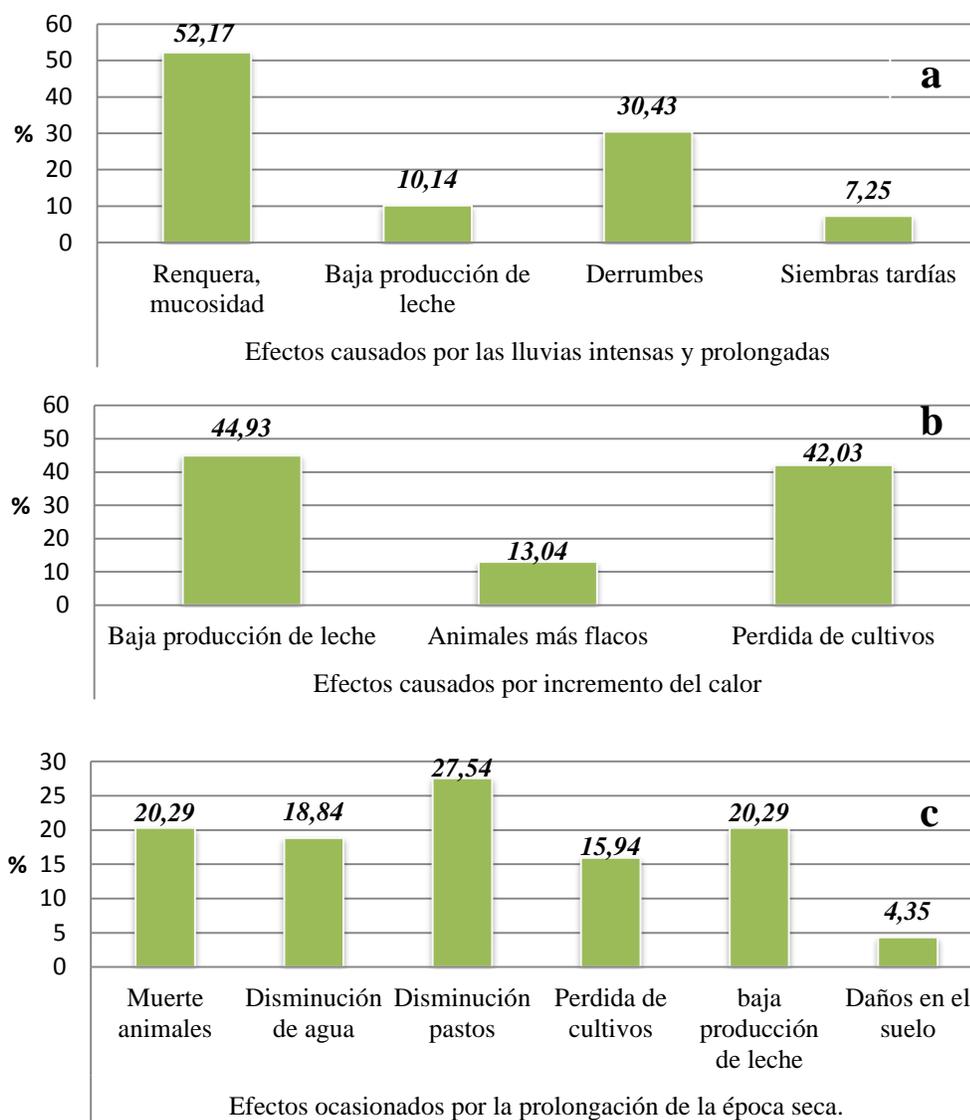


Figura 3.10. (a) efectos causados por las lluvias intensas, (b) incremento del calor y (c) prolongación de la época seca, en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

3.3. Medidas de adaptación que implementan los productores ganaderos frente al cambio climático

Los impactos causados por el cambio climático y las malas prácticas del uso de la tierra, así como una creciente variabilidad climática, en los próximos años se prevé una degradación de los medios de vida, especialmente de las comunidades pobres. Ante este panorama, el diseño y la implementación de medidas de mitigación y adaptación, es de

primordial importancia para enfrentar los impactos y riesgos del cambio climático (Canziani et ál. 2000; IPPC, 2001). Algunas de las medidas para mitigar el cambio climático en tierras de pasturas como por ejemplo son: selección activa de especies vegetales y control de la densidad de carga animal; agrosilvicultura, particularmente de especies leguminosas con el fin de aumentar la productividad, la diversidad biológica y la conservación del suelo (Canziani et ál. 2000).

Frente a los escenarios de cambio climático y/o a las actuales evidencias de cambio en los factores ambientales y en base a su percepción, los ganaderos de la zona de estudio ya vienen aplicando medidas de adaptación como una respuesta a los efectos del cambio climático y efectos que se producen en sus fincas, especialmente en la época de verano. Entre las principales medidas en orden decreciente están (*Figura 3.11.*): la presencia de animales resistentes a la sequias y calor (76,81%), la suplementación con bancos forrajeros (75,36%); la siembra de pastos mejorados (71,01%); el cambio de pasturas naturales a mejoradas (68,12%); establecimiento del bosque ribereño y la ampliación de bancos forrajeros (66,67%), la protección del bosque (63,77%), el establecimiento de árboles en potreros (53,62%); y, finalmente con un (37,68%) la implementación de bancos forrajeros, las búsqueda de capacitación, y la protección de ríos y quebradas.

De los porcentajes presentados, hay otros estudios realizados por Sepulveda (2008) citada por Villanueva et ál (2009) a ganaderos de Matiguas, Nicaragua y Esparza, Costa Rica, donde señalan en un mayor porcentaje (75%) a estrategias como la suplementación de bancos forrajeros, seguido del cambio de pasturas naturales por mejoradas con (55%) en Costa Rica y (46%) en Nicaragua; y, en menor porcentaje a la protección de bosque, el establecimiento del bosque ribereño, y la producción de abono orgánico y lombricompost, que en Rio Blanco y Paiwas es nula. Estos porcentajes son en general los más usados por los sistemas de producción silvopastoriles y convencionales.

Para conocer cuales medidas de adaptación de cambio climático están aplicando los ganaderos en cada uno de los sistemas de producción, se realizó un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) (*Figura 3.12.*). Mediante este análisis se pudo conocer

que una de las estrategias que más está aplicando los ganaderos con sistema convencional es la búsqueda de animales resistentes a las sequías (91,84%) (Tabla 3.4) (Figura 3.12.). Esto es una muestra al efecto del estrés calórico que están sufriendo sus animales y a la falta de interés en la implementación de árboles dispersos en potreros (- 65,31%) (Tabla 3.5), lo que les traído consecuencias en la baja en la producción de leche. Estudios realizados por Souza de Abreu (2002), Restrepo et ál. (2004); Casasola et ál. (2001); Harvey y Haber (1999); Chacón et ál. (2006) y Ríos et ál. (2006) citados por Villanueva et ál. (2007), señalan que los árboles dispersos en potreros tienen un efecto positivo en la productividad, en la producción de forraje en la época seca, contribución de la biodiversidad, secuestro de carbono y en la protección contra la erosión de los suelos. Además, el estrés calórico afecta negativamente la rentabilidad y viabilidad económica de la actividad ganadera (McManusa, et ál 2009).

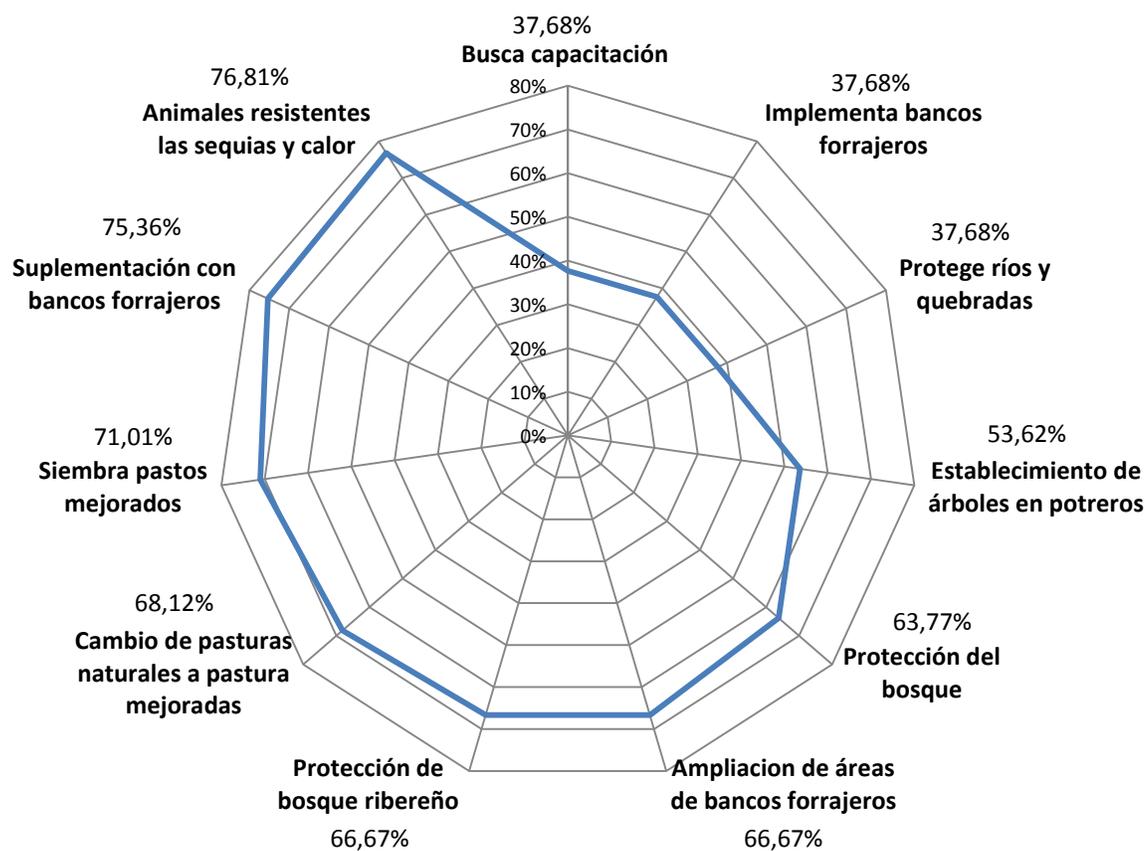


Figura 3.11. Principales medidas de adaptación aplicadas por los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

El principal uso que le dan los ganaderos a los árboles con sistema convencional es para la madera (61,22%) (Tabla 3.3.); al contrario del grupo con sistema silvopastoril que en mayor porcentaje usan los árboles para la sombra (85,0%) y para frutales (70,0%).

Tabla 3.3. Principales usos de los árboles que realizan los ganaderos de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Mantiene más árboles en los potreros	Sistema convencional (SC) (n=48)		Sistema silvopastoril (SSP) (n=21)		Estadístico		
	Si	No	Si	No	Chi Cuadrado MV-G2	Coef. Conting Cramer	
	%				valor	p	
Sombra	6,12	93,88	85,00	15,00	43,60	<0,0001	
Madera	61,22	38,78	35,00	65,00	3,96	0,0467	
Frutales	12,24	87,76	70,00	30,00	22,21	<0,0001	

SC: sistema convencional; **SSP:** sistema silvopastoril

Las medidas de adaptación al cambio climático que está implementando los ganaderos con sistema silvopastoril (SSP) (Tabla 3.4; Figura 3.12), principalmente es la implementación de bancos forrajeros (100%), la presencia de árboles dispersos en potreros (100%), la disminución de quemadas (80%), la protección de ríos y quebradas, y la búsqueda de capacitación. Estudios realizados por Villacis (2008) en Río Frio, Costa Rica, señala que la mayor cantidad de las fincas (95,7%) presentó árboles en potreros. Similares resultados se encontraron en la Fortuna, Costa Rica, donde se encontró que más del 90 % de las fincas ganaderas presentaron árboles dispersos en los potreros (Souza de Abreu et ál 2000). Otro estudio realizado en la Región Caribeña de Colombia, se encontró que entre el 26 y 69% de las pasturas tienen árboles (Cajas y Sinclair, 2001).

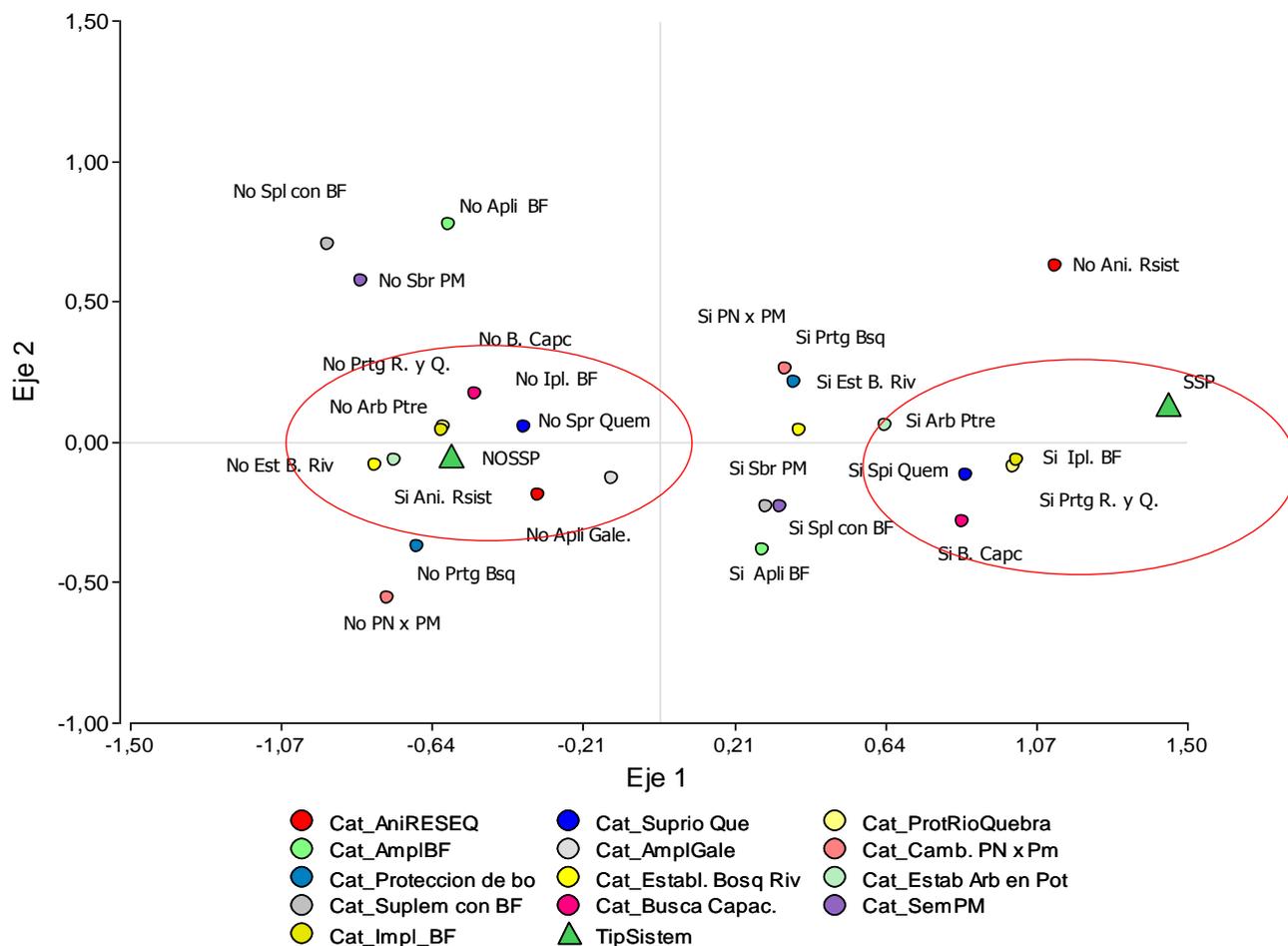
Otra medida que vienen aplicando los ganaderos con sistema silvopastoril es la siembra de pasturas mejoradas como la *Brachiaria*. Al respecto, según el CIAT (2010), indican que la gramínea forrajera tropical *Brachiaria*, no sólo es altamente nutritiva y apetecida por los rumiantes, sino que también inhibe la nitrificación. Esta capacidad de inhibición de la nitrificación biológica de pastos *Brachiaria* posiciona a esta gramínea en la

lucha para reducir la huella de gases de efecto invernadero, y para la producción de cantidades aceptables de forraje de buena calidad (Rivas y Holmann, 2004).

Tabla 3.4. Medidas de adaptación aplicadas por los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.

Variable	Sistema convencional (SC) (n=48)		Sistema silvopastoril (SSP) (n=21)		Estadístico		
	Si	No	Si	No	Chi Cuadrado MV-G2		Coef. Conting Cramer
					valor	p	
%							
Animales resistentes a sequias y calor	91,84	8,16	60,00	40,00	20,1	<0,0001	0,39
Cambio de pasturas naturales por mejoradas	55,1	44,9	100,00	0,00	18,97	<0,0001	0,31
Establecimiento de árboles en potreros	34,69	65,31	100,00	0,00	32,03	<0,0001	0,42
Suplementación con bancos forrajeros	65,31	34,69	100,00	0,00	13,79	0,0002	0,26
Amplia bancos forrajeros	57,14	42,86	90,00	10,00	7,91	0,0049	0,22
Implementar bancos forrajeros	12,24	87,76	100,00	0,00	54,99	<0,0001	0,58
Establecimiento de bosque ribereño	46,94	53,06	100,00	0,00	20,09	<0,0001	0,43
Protección del bosque	51,02	48,98	100,00	0,00	22,45	<0,0001	0,34
Protege ríos y quebradas	14,29	85,71	95,00	5,00	43,29	<0,0001	0,53
Suprimir quemas	14,29	85,71	70,00	30,00	20,18	<0,0001	0,39
Diminución de químicos	24,49	75,51	80,00	20,00	18,62	<0,0001	0,36
Amplia galeras	100,00	0,00	25,00	75,00	13,38	0,0003	0,31
Busca capacitación	18,37	81,63	85,00	15,00	27,78	<0,0001	0,44

En cuanto a la protección del bosque ribereño, bosque primario y secundario es otra de las medidas que realizan los ganaderos que aplican un sistema silvopastoril. Esta medida la aplican los ganaderos con el fin de mantener el recurso hídrico. Estudios realizados por Marin et ál. (2006) en la zona de estudio señalan, que si continua la deforestación y el crecimiento de la población (3.2%) es muy probables que el acabo de 10 años existan dificultades de satisfacer la creciente demanda tanto en el sector rural como urbano. Esta protección del bosque ribereño, secundario y primario les ayudara a regular el ciclo hidrológico, y a disminuir la erosión del suelo (Ríos et ál 2007).

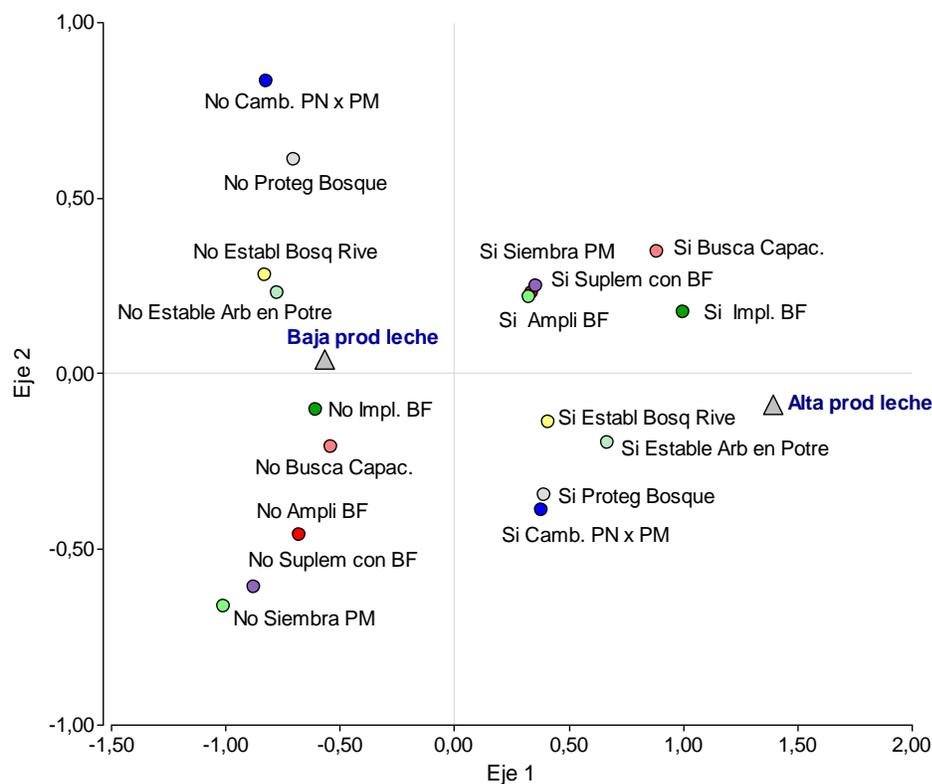


- | | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| AniRESEQ : animales resistentes a la sequia | Establ. Bosq Riv : establecimiento de bosque ribereño |
| AmplBF : ampliación de bancos forrajeros | Busca 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 pasturas 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 3.12. 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).

Para conocer las medidas que ayudan a tener una alta producción de leche, se realizó un análisis de correspondencia (Figura 3.13.), y se determinó que la implementación de bancos forrajeros y la implementación de árboles dispersos en potreros ayudan con ese incremento. Al respecto Ibrahim et ál (2001) señala que la implementación de bancos forrajeros como suplemento aporta con un incremento de hasta un 20% en la producción de

leche. Además, en zonas con altas temperaturas, la presencia de árboles mitiga el estrés calórico del ganado, lo que contribuye con un incremento en la producción de leche y carne (Villanueva et ál., 2009).



- | | |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Camb PN x PM : Cambia pasturas naturales por mejoradas | Busca capac. : Busca capacitación |
| Proteg Bosque : Protege el bosque | Ampli BF : Ampliación de bancos forrajeros |
| Establ Bosque Rive : Establece bosque ribereño | Sumplem con : Suplementación con bancos |
| Estable Arb en Potr : Establece árboles en potreros | BF : forrajeros |
| Impl. BF : Implementa bancos forrajeros | Siembra PM : Siembra pastos mejorados |

Figura 3.13. Localización en el espacio de las variables que más se acercan los niveles de producción de leche. el Eje 1 y 2 explican el 56,35% de inercia en los datos.

4. Conclusiones

- Más del 71% de los productores ganaderos entrevistados de Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, tienen una percepción acertada y son conscientes de los efectos de los cambios climáticos en sus fincas. Lo anterior puede constatarse con los registros de variabilidad climática interanual y los registros de variables climáticas de estaciones meteorológicas de la región.
- Como consecuencia del cambio climático en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, se ha prolongado la temporada seca, las altas temperaturas han causado problemas en la región como: muerte de animales, animales más flacos, disminución de los caudales de agua, degradación de las pasturas, pérdida de cultivos de auto consumo, baja producción de leche, daños en el suelo. Además, se demostró que se presenta mayor intensidad de las lluvias, lo cual ha provocado en los animales problemas como renquera, mucosidad, y baja producción de leche; y, en los terrenos derrumbes y siembras tardías de los cultivos.
- La implementación de prácticas silvopastoriles como: bancos forrajeros y árboles dispersos en potreros constituyen medidas para la adaptación al cambio climático de los sistemas ganaderos. Ellos ofrecen recursos alimenticios para la alimentación animal en la época seca cuando los pastos reducen su disponibilidad y calidad de la materia seca comestible. Además, en zonas con altas temperaturas, la sombra de los árboles reduce el estrés calórico de los animales y constituyen un medio de confort para el ganado, lo que se traduce en mayor producción de leche.
- La protección del bosque ribereño, bosque primario y secundario, es una medida de adaptación que aplican los ganaderos de Río Blanco y Paiwas Nicaragua, pues con ellos logran que se mantenga los caudales del recurso hídrico en las fincas en las época de sequía.

CAPITULO IV. POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente hay un creciente interés por encontrar alternativas de manejo para mejorar el bienestar e incrementar la productividad animal. En el trópico, los sistemas de producción bovina están generalmente basados en el manejo de pasturas sin sombra y, en esas condiciones, los animales sufren de estrés calórico, reduciendo significativamente la producción y los indicadores reproductivos (Betancourt 2003).

Frente a los problemas planteados, hoy existen sistemas de producción como los sistemas silvopastoriles, mismos que juegan un papel clave para mitigar los efectos negativos y ambientales provocados por el desarrollo de sistemas de producción ganaderos tradicionales. Estos sistemas silvopastoriles contribuyen a reducir la erosión del suelo, reducen la presión, sobre los recursos del bosque, contribuyen a una mejor conectividad de los paisajes fragmentados y en la conservación de la biodiversidad, y tienen un potencial para almacenamiento de carbono (Ibrahim et ál 2007)

La introducción de árboles y arbustos en los potreros tiene múltiples beneficios para los animales y la finca, entre los que se puede mencionar la regulación del estrés climático, suministro de alimento, fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, eficiencia en el uso de nutrientes y control de la erosión; sin embargo, es importante mencionar que estos sistemas de producción (silvopastoriles) tienen desventajas, como la disminución de la producción de biomasa cuando hay un exceso de árboles en potreros, alelopatía, y presencia de metabolitos secundarios (Lemus et ál 2008).

En este estudio se analizará como los sistemas silvopastoriles aportan con beneficios positivos o negativos, tanto al productor como a los animales.

2.2. Selección de productores y variables

Para conocer el potencial de los sistemas silvopastoriles se realizaron las siguientes actividades:

1. De cada tipología (sistema de producción) encontrada en la zona de estudio, mediante un muestreo aleatorio simple se eligieron 7 fincas (Di Rienzo et ál. 2008).
2. En las fincas seleccionadas se realizó un análisis de las siguientes variables:
 - a. **Materia seca (KgMSha^{-1}):** se realizó un muestreo por época y en las 14 fincas. El primer muestreo se realizó en el mes de abril y el segundo en el mes de junio. Se aplicó el método BOTANAL (Mannetje y Haydock, 1963; Tothill, Hargreaves y Jones 1978), para ello se escogieron 5 puntos reales con una escala de 1-5 con dos replicas en cada punto y se realizó el muestreo con un cuadrado de 50x50cm, recorriendo en forma de X. Se cortó toda la biomasa al nivel del suelo, se pesó en fresco y se tomó una submuestra (aprox. 200 g) para determinar su materia seca (60°C hasta peso constante). Se evaluaron en total 166 potreros.
 - b. **Biomasa de caña de azúcar:**

Para el muestreo se seleccionó parcelas de 10 x 10 (100m²), se cosechó. Los tallos y cogollos se pesarán y se tomarán dos submuestras de aproximadamente 500 gr por parcela. Se tomó una muestra por parcela. Las mediciones se las realizó en los meses de Abril, y Junio Julio del año 2010. Posteriormente, las muestras se secaron en un horno a 105°C para determinar el contenido de materia seca.
 - c. **Producción de leche ($\text{Kg vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$):** La producción de leche de cada finca se registró durante todo el periodo de investigación desde el mes de abril hasta julio. En cada una de las 14 fincas se eligieron 8 vacas al azar en el mismo

estado de lactancia. Los pesajes de leche se registraron de forma diaria en el momento del ordeño en la época seca y lluviosa (época seca: mes de abril; época lluviosa: mayo, junio y julio).

d. **Sólidos totales (g/100 cm³):** para estimar los sólidos totales se realizó mediante el método gravimétrico en el laboratorio de Prolacsa, Río Blanco. Las muestras se compararon con estándares de sólidos para la leche en Nicaragua, según la Norma N° 03 034-00, en la cual debe tener 11.0 % de sólidos totales mínimos y 8,35 % de sólidos no grasos mínimos.

e. **Grasa (%):** Las muestras fueron tomadas de las vacas seleccionadas y se tomó la medida tanto en época seca como lluviosa, para ello aplicó el método de GERBER en el laboratorio de Prolacsa, Río Blanco en Nicaragua

Para realizar las medidas de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales se tomó 500 cm³ por vaca y se analizó en laboratorio de Prolacsa.

f. **Estimación de carbono almacenado en la biomasa arbórea:** Para medir el carbono, volumen y cobertura arbórea, en las fincas seleccionadas se establecieron parcelas de muestreo de 1 ha, según el área de potrero que tuvo la finca: en fincas con potreros < 1 ha se realizó un censo total; fincas con potreros de 1 – 5 ha se estableció una parcela de 1 ha; fincas con potreros de 5 – 10 ha se establecieron dos parcelas de 1 ha; y en fincas con potreros > 10 ha se estableció 3 parcelas de 1 ha. Las parcelas fueron ubicadas en los potreros tratando de abarcar la mayor uniformidad posible. Dentro de cada potrero seleccionado con pasturas mejoradas y naturales, se midieron todos los árboles con un dap > a 5,0 cm y se les tomó los siguientes datos: especie, diámetro del fuste a la altura del pecho (a 1,3 m) medido con una cinta diamétrica, altura del fuste y altura del árbol (medido con un clinómetro), diámetro de copa mayor y menor (medido con cinta métrica) (Scheelje et ál. 2009).

g. **Calculo de volumen:** se calculó el volumen por individuo muestreado dentro de cada potrero utilizando la fórmula propuesta por (Ruiz 2002):

$$\text{Log}_{10} Y = -2.18062 + 0.08012 (\text{Dap}) - 0.0006244 (\text{Dap}^2)$$

Dónde:

V	=	Volumen (se calcula mediante antilog de Log V)
Ctts	=	-2,03986; 0,779; -4,07682
Dap	=	Diámetro a la altura del pecho (cm)
Log	=	Logaritmo base 10.

El volumen total se dividió entre el área del potrero para obtener el volumen en $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ potrero}^{-1}$.

Para medir las palmas se aplicó la siguiente formula (Frangi y Lugo 1985):

$$Y = 4.5 + 7.7 * H$$

Dónde:

Y	=	kilogramos de biomasa
H	=	altura en metros

- h. **Cobertura arbórea:** Se obtuvo mediante el promedio de la medición de dos diámetros perpendiculares de las áreas ocupadas por las copas de los arboles presentes en cada parcela. El cálculo del área de cada copa se realizó mediante la siguiente formula (Esquivel y Calle 2002):

$$AC = (\pi * D1 * D2) / 4$$

Dónde:

AC	=	Área de copa
D1	=	Diámetro de copa 1
D2	=	Diámetro de copa 2
π	=	3,1416

Para obtener el porcentaje de cobertura arbórea para cada potrero se sumaron las áreas de copa de todos los arboles existentes en el mismo y luego se dividieron entre el área total del potrero y se multiplicaron por 100. Esta cobertura se estimó por separado para todas las especies encontradas y para las especies maderables. La fórmula utilizada fue (Scheelje 2009):

$$CA \% = (\Sigma AC/AP) * 100$$

Dónde:

CA = Cobertura arbórea (en porcentaje)

ΣAC = Sumatoria del área de copa (m²) de todos los arboles existentes en el potrero

AP = Área total del potrero (m²)

100 = Factor de conversión a %

- i. **Carbono (ton C ha-1):** para el cálculo del carbono se multiplicó el valor de la biomasa (tn MS/árbol) por 0,5 (Russo 2009).

Para la caracterización arbórea se usó claves, taxonómicas, y la ayuda de un técnico del Ministerio Agropecuario y Forestal en Rio Blanco, Nicaragua.

Para el análisis de biodiversidad se usaron los Índices de Biodiversidad (IBSA) (Anexo 10). Para ello, a cada uso del suelo de bosque primario, bosque secundario, tacotal, bosque ripario, pastura natural con árboles dispersos (baja densidad y alta densidad), pastura mejorada con árboles dispersos (baja densidad y alta densidad), bancos forrajeros, cultivos anuales e infraestructura se le asignó un índice que permitió determinar cuál sistema de producción que tiene mayor índice de conservación en función de los usos del suelo (Harvey, et ál. 2005).

2.3. Análisis estadístico de la información

Se realizó análisis multivariado exploratorio para visualizar la relación entre los sistemas de producción estudiados y las variables de interés. Se realizó un análisis de

regresión lineal para determinar la relación entre variables de producción de biomasa forrajera y cobertura arbórea; sumado a ellos se realizó pruebas de Durbin-Watson ($p=0,05$). Su uso el software estadístico Infostat y Statgraphics 2010.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la biomasa de pasturas naturales, mejoradas y pastos mejorados en época seca y lluviosa.

El área total de las 14 fincas muestreadas con pasturas naturales con árboles dispersos fue de 398,23 ha; pasturas mejoradas con árboles dispersos 166,41ha. Se evaluaron 166 potreros en época seca y época de lluvias (época seca: marzo-abril y época lluviosa: junio-julio) para la obtención de la biomasa. Las fincas ganaderas utilizan el sistema de pastoreo rotacional con un periodo de ocupación entre 1 a 30 días y un periodo de descanso entre 4 a 30 días.

3.1.1. Pastos naturales

Los pastos naturales predominantes entre los dos sistemas de producción son: sistemas convencional (SC) retana (*Ischaemun ciliare*) (93,1%), y grama (*Eleusine indica* (L.) Gaertn (6,9%) y en el sistema silvopastoril (SSP) con un (94,1%) de retana y (5,9%) de grama. Estos porcentajes se reflejan dentro del uso del suelo que cada grupo destina a su finca; sistemas convencional (71,95%) y sistema silvopastoril (54,59%) de pasturas naturales con árboles dispersos. Estos altos porcentajes de pasturas naturales se relacionan con los encontrados por Villacís et ál. (2008), en fincas ganaderas en Río frío, Costa Rica, donde encontraron que el 94.4 % de las fincas ganaderas poseen pasto Retana (*Ischaemun ciliare*), debido posiblemente a lo económico que resulta manejar.

Tabla 4.1. Bioma de pastos naturales que se presentaron en las fincas de Rio Blanco y Paiwas Nicaragua, en los SC y SSP.

Época	Sistema Convencional		Sistema Silvopastoril	
	Retana	Gramma	Retana	Gramma
	Kg MS ha ⁻¹			
Seca	359,8	127,5	726,12	65,5
Lluviosa	467,82	152,6	984,47	61,17

En cuanto a la biomasa de pastos (Tabla 4.1.) entre las dos épocas, el grupo de ganaderos con sistema convencional (SC) de pasto retana obtuvo en promedio 359,80 y 467,82 Kg MS ha⁻¹ en la época seca y lluviosa respectivamente; y, de pasto grama 127,0 kg MS ha⁻¹ en época seca y 152,6 kg MS ha⁻¹ en época lluviosa. El grupo de ganaderos con sistema silvopastoril (SSP) 726,12 y 984,47 Kg MS ha⁻¹ en la época seca y lluviosa respectivamente de pasto retana; y, de pasto grama 65,5 Kg MS ha⁻¹ en época seca y 61,17 Kg Ms ha⁻¹ en época lluviosa. Estas bajas cantidades de biomasa se deben al corte bajo que tienen (Garcia et ál. 2007) en época seca y durante la temporada de lluvias es susceptible a algunas plagas como “spittlebogs” y “chinche” que de alguna manera limitan su producción de forraje (Villarreal, 2010).

Finalmente, al comparar las biomásas de pastos mediante un análisis de varianza multivariado (Anexo 1) entre las dos épocas y sistemas de producción, se pudo notar que existen diferencias estadísticas significantes. Además, para determinar el efecto de los árboles sobre las pasturas naturales se realizó un análisis de regresión entre la cobertura de árboles dispersos en potreros sobre la disponibilidad de biomasa forrajera de los potreros para la época seca. De los resultados de este análisis ($p < 0,05$) (Tabla 4.2.), se obtuvo que hay una relación estadísticamente significativa entre la biomasa forrajera y el porcentaje de cobertura arbórea. El coeficiente de correlación es igual a 0,69, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. Además, se realizó ajustes entre varios modelos curvilíneos a los datos, siendo el mejor modelo la curva S. arrojando un valor más alto de R^2 con 62,19%. (Anexo 2).

La ecuación del modelo ajustado es:

Pasto natural (Retana) Kg MS/ha = 275,798 + 19,312*cobertura arbórea

Se usó el estadístico de Durbin-Watson (DW) para examinar los residuos y determinar si hay alguna correlación significativa. Puesto que el ($p > 0,05$) no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 4.2. Análisis de varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	219963	1	219963	9,99	0,0091
Residuo	242136	11	22012,3		
Total (Corr.)	462099	12			

Este análisis demostró que hay un efecto benéfico de los árboles ejercidas sobre las pasturas; es decir el grupo de ganaderos con sistemas silvopastoriles que tienen alta densidad de árboles en potreros, tendrán más biomasa forrajera en comparación con los del grupo de ganaderos con sistemas convencional. Resultados similares encontró Esquivel et ál. (2007) en el trópico seco de Costa Rica, donde demostró que la cobertura de árboles dispersos en potreros tiene un efecto cuadrático sobre la disponibilidad de biomasa forrajera de los potreros para la época de sequía (*Figura 4.2.*). Es importante mencionar que los árboles ejercen beneficios sobre la fertilidad de los suelos, mejorándolos a nivel estructural y disponibilidad de nutrientes, sin embargo, pueden presentarse efectos perjudiciales como aumento de la acidez, producción de sustancias alelopáticas y competencia con otras especies por agua y nutrientes (Lucero 2000; Montognine 1992, Moreno y Vélez, 1993).

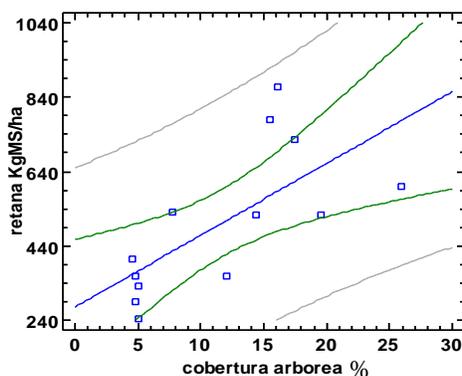


Figura 4.2. Relación cobertura arbórea y pasturas naturales

3.1.2. Pasturas mejoradas

Los pastos mejorados encontrados en la zona de estudio son del genero *Brachiaria*; y, tanto los ganaderos con sistemas convencional y silvopastoril con un (57,14) y (100%) respectivamente, prefieren al pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandú y en menor porcentaje al *Brachiaria brizantha* cv Toledo; sin embargo, estos porcentajes de preferencia no mostraron diferencia estadística entre los grupos de ganaderos ($p>0,05$) (Anexo 3).

Los grupos de ganaderos con sistema convencional y silvopastoril cuentan con diferentes cantidades de materia seca por hectárea (Tabla 4.3.), debido a las diferentes tecnologías que aplican; sistemas convencional con baja densidad de árboles (<30) tiene 540,0 y 962,22 Kg MS ha⁻¹ de *B. brizantha* Toledo en la época seca y lluviosa respectivamente; y el grupo de ganaderos con sistema silvopastoril con una alta densidad de árboles (>30) presentó para *B. brizantha* Marandu una biomasa forrajera de 1192,61 y 1446,03 Kg MS ha⁻¹ en la época seca y lluviosa respectivamente. Esquivel et ál (2007) observó cantidades similares en *B. brizantha* en el periodo de enero a abril 478,25 Kg MS ha⁻¹ y de mayo a diciembre 1555,5 Kg MS ha⁻¹, en un sistema de producción con muy baja cobertura arbórea en Cañas, Costa Rica.

Tabla 4.3. Biomasa forrajera presentada por épocas y en los dos grupos estudiados.

Época	Sistema Convencional		Sistemas Silvopastoril	
	<i>B.brizantha</i> Toledo	<i>B. brizantha</i> Marandu	<i>B.brizantha</i> Toledo	<i>B. brizantha</i> Marandu
	Kg MS ha ⁻¹			
Seca	540	1192,61	1975,63	2799,27
Lluviosa	962,22	1446,03	3230,93	4855,35

La baja cantidad de materia seca presentada por los ganaderos con sistema convencional, se puede atribuir al mal manejo que le dan a la pastura, y al mal drenaje sufrido en la época lluviosa. En estas fincas, en la mayoría de sus potreros tiene pendientes desde 3 a 8 % (ligeramente ondulado) hasta más de 30 a 50% (fuertemente ondulado), erosiones del suelo

con nivel 2, 3 hasta nivel 4²³, y una baja densidad de árboles (<30 árboles ha⁻¹) en los potreros. Estos factores hacen que el suelo sea más susceptible a erosionarse y por ende una baja cantidad de materia seca.

El grupo de ganadero con sistemas silvopastoril (SSP), presentó una producción de *B. brizantha* Toledo de 1975,63 y 3230,93 Kg MS Ha⁻¹ en época seca y lluviosa respectivamente. De *B. brizantha* Marandu en época seca tuvo 2799,27 Kg MS Ha⁻¹ y 4855,35 Kg MS Ha⁻¹ en época lluviosa. Estos datos son comparativamente mejores a los reportados por (Betancourt et ál. 2005); quien presentó producciones entre 600 a 1500 Kg MS/ha en Managua, Nicaragua; sin embargo en sectores como en Barranca, Costa Rica, Holguín et ál. (2003) reportó valores de 1380 Kg MS Ha⁻¹ con precipitaciones mínimas, y con máximas precipitaciones de 3278 Kg MS Ha⁻¹ de *B. brizantha*; y, Montenegro et ál. (2006) encontró en la Región de Guápiles, Costa Rica rendimientos en la época seca de 1500 Kg MS Ha⁻¹ y en la época de lluvias 2300 Kg MS Ha⁻¹.

Los valores de la producción de biomasa que tienen los ganaderos que tienen sistemas silvopastoriles (SSP), se deben a un mejor manejo del sistema ganadero y a la mejor conservación de suelos por presencia de árboles (>30 árboles ha⁻¹), lo que permite que haya una mejor productividad y calidad del forraje por la fertilidad del suelo que presenta. Esta fertilidad de los suelos se debe al ciclaje de nutrientes dentro de los potreros, debido a la recuperación de los mismos a través de las raíces de los árboles (Montognine 1992, Moreno y Vélez, 1993), y que por lixiviación se encuentran a profundidades a las cuales no tienen acceso las raíces de las pasturas (Navas 2007; Fernández, et ál. 2006; Trujillo 2000); además, las raíces ayudan a reducir la cantidad de nutrientes que entran en el agua subterránea, por ejemplo: los nitratos (Wright 2002; Couto et ál 1994).

²³ **Nivel 2:** Presencia de pedestales de poca altura (menores a 3cm) es un índice de erosión leve, lo mismo que las marcas livianas de pisoteo de pastos; **Nivel 3:** Presencia generalizada de canalículos y surcos poco profundos entre las macollas de gramíneas, en pastos (3 a 5 cm). En esta categoría se ha perdido hasta un 50% del horizonte; **Nivel 4:** se observa abundantes canículas y surcos abundantes, presencia de trillos profundos sin vegetación pequeños deslizamientos en laderas, con macollas sobre pedestales (5 a 10 cm) de tierras en pastos.

Para determinar las diferencias de biomasa entre los sistemas de producción y épocas, se realizó un análisis de varianza multivariado con la prueba Hotelling (alfa=0,05) (*Anexo 1.*) y se determinó que hay diferencias significativas en los sistemas de producción, entre épocas y para los dos tipos de *Brachiarias*. En el grupo de ganaderos con sistema convencional no existió diferencias estadísticas entre las épocas y los dos tipos de pasturas; esto debido a la influencia del mal manejo en las fincas ganaderas. En el grupo de ganaderos con sistema silvopastoriles, tiene mayores cantidades de biomasa, debido a las prácticas de manejo que realizan los ganaderos como: raleo de árboles con el fin de disminuir el efecto de la sombra a los pastos y mantener la cobertura más adecuada (20-30%) (Esquivel et ál 2007; Leeuwen van et ál 1995; Couto et ál 1994)

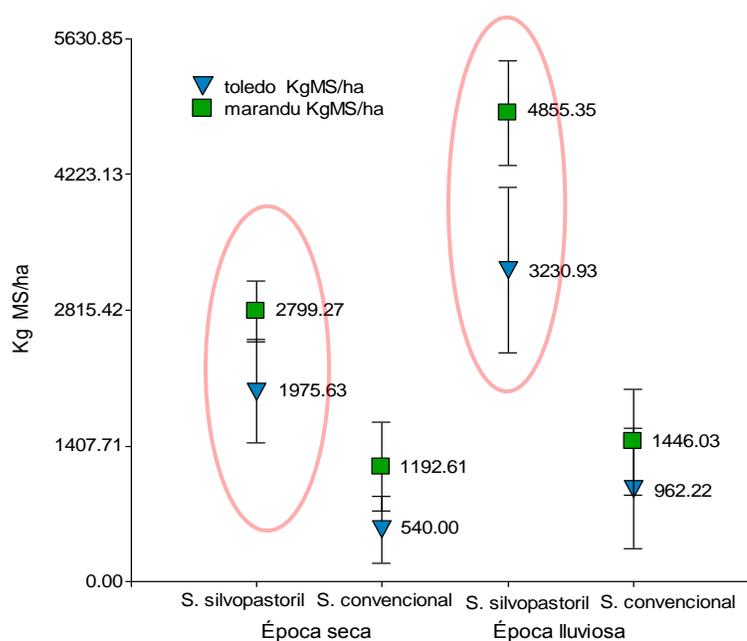


Figura 4.3. Diagrama de puntos; producción de pasturas mejoradas en épocas seca y lluviosa en los grupos estudiados.

Las especies arbóreas más abundantes en el grupo de ganaderos con sistemas tradicional fueron: *Tabebuia rosea* (Bertol.), *Cordia alliodora* (R. & P.), y *Chimarrhis latifolia* Stand; y, en el grupo de ganaderos con sistemas silvopastoriles: *Cordia alliodora* (R. & P), *Tabebuia rosea* (Bertol.), *Psidium guajava* y *Chimarrhis latifolia* Stand. Estas especies presentadas en los sistemas de producción se relacionan con las presentadas por Esquivel et ál. (2007) en el trópico seco de Costa Rica: *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata*, *Pentaclethra*

macroloba, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitánica*; y, por las encontradas por Villacis (2008) en Rio Frio, Costa Rica. *Cordia alliodora*, *Psidium guajava* y *Pentaclethra macroloba*.

Los ganaderos que aplican un sistema convencional presentaron un porcentaje promedio de cobertura arbórea de 6,29%, y densidad de árboles de 26,5 árboles ha⁻¹; y, los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles 18,5% de cobertura arbórea y una densidad de árboles de 48,44 árboles h⁻¹. En la densidad de árboles se consideraron árboles adultos y jóvenes (dap > a 5,0 cm). Los niveles de cobertura arbórea son similares a los registrados por Zapata et ál. 2010 en Muy Muy y Matiguás, Nicaragua, quien reporta un cobertura arbórea entre (3.9% a 33.2%) y una densidad de árboles entre 5 a 29 árboles/ha. Estos resultados evidencian una mayor cobertura arbórea de los sitios estudiados con respecto a lo presentado por Villanueva et ál. (2007) en Cañas, Costa Rica, en donde la densidad arbórea (dap > 10 cm) varió entre 5 a 13.9 árboles/ha y la cobertura arbórea entre 3.2 % a 12.3% y los reportados por Velásquez (2005) en Muy Muy, Nicaragua quien encontró una coberturas de árboles con dap > 10 cm entre 3.7% y 5.7%.

Del análisis de regresión lineal se determinó que hay una relación estadísticamente significativa entre la biomasa forrajera de pasto mejorado y el porcentaje de cobertura arbórea (p< 0,05) en la época seca (Tabla 4.4.) con un nivel de confianza del 95,0%. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Kg MS/ha} = 404,934 + 128,581 * \% \text{ Cobertura}$$

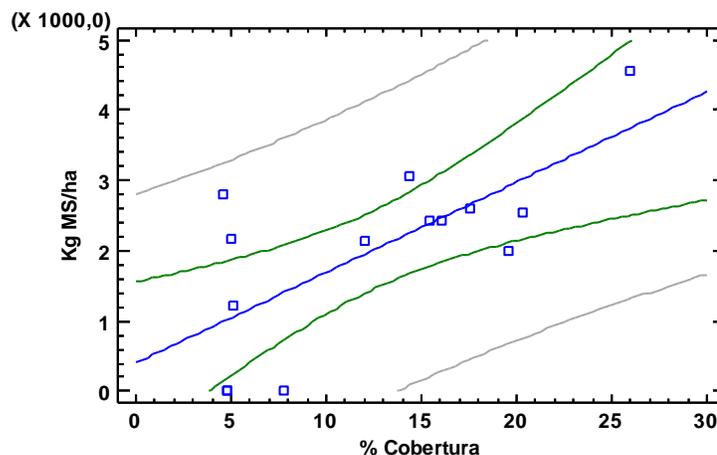


Figura 4.4. Relación biomasa de pastos mejorados y cobertura arbórea.

Tabla 4.4. Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	1,08724E7	1	1,08724E7	11,81	0,0049
Residuo	1,10447E7	12	920394,		
Total (Corr.)	2,19172E7	13			

El estadístico R^2 indicó que el modelo ajustado explica 49,60% de la variabilidad en Kg MS/ha. El coeficiente de correlación es igual a 0,70 indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indicó que la desviación estándar de los residuos es 959,361

Se realizó la prueba de Durbin-Watson (DW) (Welti 2002) para detectar la autocorrelación; puesto que el valor ($p > 0,05$), no hay una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Con el análisis de regresión lineal se pudo determinar una relación moderadamente fuerte ($R^2 = 49,61$) entre la producción de materia seca forrajera y el efecto sombra (Sousa de Abreu et al 2003); sin embargo, es importante mencionar que la producción de forraje disminuirá a medida que el porcentaje de la cobertura arbórea aumente (Daniel y Couto 1998, Ribaski 2000, Esquivel et al 2007).

Finalmente, es importante mencionar que los árboles que tiene el grupo de ganaderos con sistemas silvopastoril en sus potreros les proporciona efectos positivos sobre la producción y calidad del forraje. Sus pasturas que crecen debajo de la sombra de la copa de los árboles presentarán mejor calidad nutritiva (mayor contenido de PB) comparadas con las pasturas que crecen a plena exposición solar (Ribaski 2000, Russo, 1998).

3.1.3. Pastos de corte

De los promedios de pastos de corte presentados (Tabla 4.6.) tanto del grupo de ganaderos que aplican sistemas convencional y silvopastoril, y en las épocas seca y lluviosa, no se encontraron diferencia estadísticas significantes en la producción de materia seca de

King grass verde (*Anexo 4*); no obstante, si mostraron diferencias significativas por épocas dentro de cada grupo de ganaderos (convencional y silvopastoril). Estas igualdades en la producción, se deben a calidad de los suelos en los bancos de forraje, a la afinidad en mayor porcentaje por los pastos energéticos, y se atribuye además aspectos culturales; por ejemplo, cuando un productor utiliza en mayor porcentaje este tipo de gramínea y sus resultados son favorables, sus vecinos más cercanos la implementan. Las producciones de King grass verde presentadas en este estudio están dentro del margen de 10 a 30 tn de MS/ha mostradas por (Peters et ál 2003, Argel et ál 2002).

En cuanto a la producción de madero negro (*Gliricidia sepium*) el grupo de ganaderos que aplican sistemas silvopastoril (SSP) reporta producciones promedio de 6,95 tn MS/ha en época seca y 7,93 tn MS/ha en época lluviosa. Frente a estos rendimientos Peters et ál (2003) reporta 5 tn de MS/ha, es decir, la producción promedio de los ganaderos de la zona estudiada tienen un incremento del 28,9%. Otro estudio realizado por López et ál. (2007) en Rivas, Nicaragua, reportó 2,85 tn de MS/ha. Estos resultados evidencian una mayor producción de los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles.

Tabla 4.5. Biomasa de gramíneas presentadas en las épocas secas y lluviosa

Época	Unidad	Sistema Convencional		Sistemas silvopastoril	
		Época seca	Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa
King Grass Morado	Tn MS/ha	-	-	7,38	8,28
King Grass Verde	Tn MS/ha	9,21	11,03	10,52	11,33
Madero Negro	Tn MS/ha	-	-	6,95	7,93
Cratilya	Tn MS/ha	-	-	8,09	8,88
Caña japonesa	Tn MS/ha	-	-	16,46	19,09
Caña de azúcar	Tn MS/ha	26,7	29,6	25,82	28,05

Por otro lado, en cuanto a la producción de cratilya (*Cratylia argentea*) los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles tienen en promedio producciones de 8,09 y 8,88 tn de MS/ha (*Tabla 4.5.*) en época seca y lluviosa respectivamente, valores que mostraron diferencia estadísticas ($p < 0,05$). Estos resultados evidencia una mejor producción a los reportado por Flores y Rojas (2006) en Managua, Nicaragua, donde la producción promedio

que encontró fue de 5,8 tn de MS/ha y a los presentados por Peters et ál (2003) de 3,5 tn de MS/ha; no obstante, hay otros valores de producción reportados por Reyes et ál 2009 en Managua, Nicaragua, que presentó producciones de 11,8 y 17,6 tn de MS/ha con un numero de 10000 y 40000 plantas/ha respectivamente. Es importante señalar que estos valores de producción se deben al incremento de la densidad de siembra que aplicaron en el estudio. En la zona estudiada las plantas por hectárea es de 14872. Los márgenes en los rendimientos se deben fundamentalmente a factores de manejo, fertilidad de suelo y a regímenes de precipitaciones (Faria et ál 1999, Blandon 2003;).

Las toneladas de materia seca de la caña japonesa se relacionan con las 14,4 tn de MS/ha reportado en Honduras por (Sánchez 2006) y 16 tn de MS/ha por (Betancourt et ál. 2005) en Cuba; sin embargo, hay otros datos de producciones de 12,8 tn de MS/ha reportadas por (Betancourt et ál. 2005) en Managua, Nicaragua y 10,70 tn de MS/ha obtenidas en Venezuela por (Urdaneta y Borges 2002). Las producciones bajas de caña japonesa en las zonas estudiadas comparadas con otros sectores, se debe posiblemente a la falta de una fertilización base, de desarrollo, y a una fertilización en la fase de producción; y finalmente, a su desarrollo en suelos de textura franco arcillosa, cuando su desarrollo óptimo se da en textura franco limoso y franco arenoso (Eldridge 2003). En cuanto las producciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) (Tabla 4.6.), estas se relacionan con el promedio de 28,8 tn de MS/ha, para el trópico húmedo (Torres 2006, Sanchez 2007, Argel et ál 2002)

De los valores de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y caña japonesa (*Saccharum sinensis*) (Anexo 5) en los sistemas los grupos estudiados mostraron diferencias estadísticas significantes ($p < 0,05$). Estas diferencias son a partir de los dos tipos de caña con los que cuentan los ganaderos de los dos sistemas de producción. Por un lado el grupo de ganaderos que aplica sistemas silvopastoriles cuenta con la caña japonesa que es preferida por su periodo vegetativo más corto, de rápido crecimiento, cortes a los 45 días, brindan buen forraje al ganado (Giraldo 2003; López y Adalberto 2002), más hojas, bajo deshoje y resistente a las plagas y enfermedades, mientras que, los ganaderos que tienen sistemas convencionales solo cuentan con una sola variedad de caña de azúcar, teniendo sus ganadero menores cantidades de biomasa y en periodos más largos.

De la producción total de biomasa de pastos corte, hay una diferencia estadística entre los dos sistemas de producción ganadera (convencional y silvopastoril) (*Anexo 6*), es decir los productores que aplican tecnologías silvopastoriles cuentan con mayores toneladas de materia seca por hectárea para suministrar a su hato ganado. Esto se debe a la biomasa entre las gramíneas y las leguminosas arbustivas con las que cuentan y los porcentajes tanto de proteína y caloría.

3.1.4. Producción de leche

En general la producción promedio de leche (*Tabla 4.6.*) (*Figura 4.5.*) que presentaron los sistemas de producción fue la siguiente: ganaderos que aplican un sistema convencional tuvieron una producción de 2,27 y 3,39 kg/vaca/día en la época seca y lluviosa respectivamente; mientras que los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles presentaron producciones 3,79 y 5,01 kg/vaca/día para la época seca y lluviosa respectivamente.

Tabla 4.6. Producción promedio de leche presentada por épocas y grupos

Tipo de sistema	Época seca	Época lluviosa
	Kg/vaca/día	
<i>Sistemas Convencional</i>	2,27	3,29
<i>Sistemas Silvopastoril</i>	3,79	5,01

Los datos de producción de leche por épocas y entre sistemas de producción (convencional y silvopastoril), mostraron diferencias estadísticas significantes ($p=0,05$) (*Anexo 7*). Estas diferencias se deben posiblemente al tipo de alimentación que recibe el ganado en estado de lactancia; por un lado los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles, diariamente brindan en época seca un promedio de 10,87 kg de MV/vaca y los ganaderos con sistemas convencionales 12,90 kg de MV/vaca de pasto de corte. Estos dos valores de alimentación diaria no tienen diferencia significativa ($p>0,05$) (*Anexo 8*); sin embargo, los ganaderos con sistemas silvopastoriles les brindan King grass verde, Cratilya y madero negro (relación 2:2:1:0,5 respectivamente), mientras que los ganaderos con sistemas

convencionales les brinda únicamente caña de azúcar y King grass verde. Las leguminosas King grass verde y caña de azúcar son de baja calidad, con un contenido de proteína entre 7 y 10% y 3,6 y 10% respectivamente (Peters et él 2003, Sanchez 2007); mientras que las leguminosas arbustivas Cratilya y madero negro tiene contenidos de proteína de 18 a 30% y de 20 a 30% respectivamente (Peters et él 2003, Holguin y Ibrahim 2005). En cuanto a la cantidad que suministran al ganado en época lluviosa, (6,26 y 6,89 kg de MV/vaca/día, sistemas convencional y silvopastoril respectivamente) no mostraron diferencias significativas (*Anexo 8*).

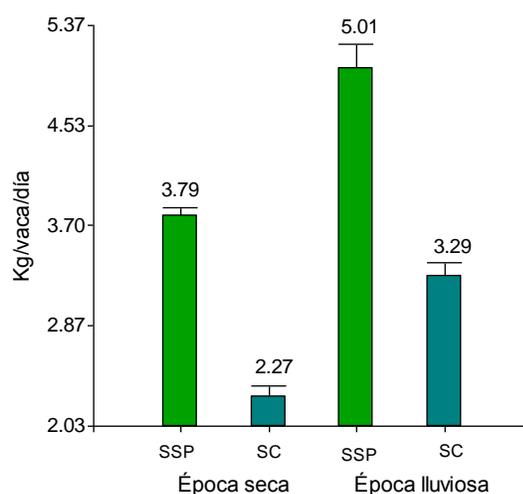


Figura 4.5. Producción de leche por épocas y por sistemas de producción estudiados (*S. Convencional* y *S. silvopastoril*, en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua).

Otra de las influencias que determinó que haya mayor producción de leche en los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles (SSP) es el mayor porcentaje de área destinada para pasturas mejoradas con árboles dispersos; para ello mediante análisis de regresión lineal se pudo determinar que existe una relación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) (*Anexo 9*) (*Figura 4.6.*) entre la producción de leche y el porcentaje de pasturas mejoradas con árboles dispersos con un nivel de confianza del 95%; es decir, hay una relación directamente proporcional entre el porcentaje destinada a pasturas mejoradas y la producción de leche. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Leche (Kg/vaca/día)} = 2,44095 + 0,0212562 * \% \text{ PMAD}$$

Se determinó además con la prueba de Durbin-Watson (DW) que no hay una autocorrelación entre las variables ($p > 0,05$).

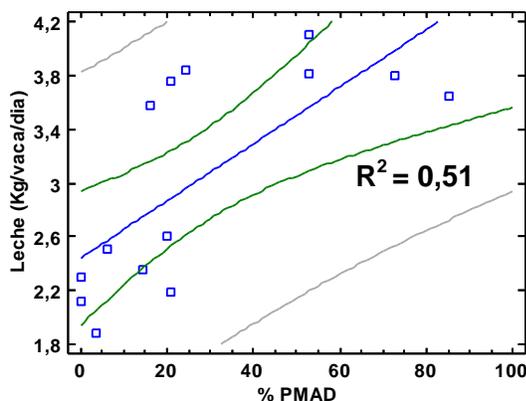


Figura 4.6. Relación de cobertura arbórea y porcentaje y pasturas mejoradas con árboles dispersos.

Hay estudios que revelan que la combinación entre king grass con cratilya y caña con cratilya producen un incremento del 25% en la producción de leche (Holmann y Lascano, 1998, Sánchez 2006, Lascano y Plazas 2003); además, con la utilización de la leguminosa *Cratilya argentea* con caña de azúcar para alimentar a vacas durante la época seca, se podría eliminar completamente la necesidad de comprar alimentos concentrados durante épocas de sequía para cualquier tipo de vaca, ya que esta opción forrajera es capaz de mantener la producción durante la época seca incluso hasta en vacas de 7.4 kg/día (Holmann y Lascano, 1998; Lobo y Acuña 2000; Lobo et ál 2001, Argel et ál 2002).

En este estudio, las gramíneas (caña de azúcar y king grass verde) más leguminosas arbustivas (*Cratilya argentea* y *Gliricidia sepium*) son un alternativa ante la limitante de forraje. Además, se determinó que los bancos forrajeros proteicos, energéticos y las pasturas mejoradas con árboles dispersos en esta zona, incrementaron la producción de leche en época seca un 31,01% y en época lluviosa el 24,35%, a diferencia de los ganaderos que brindan solo gramíneas energéticas y tienen en menor porcentaje pasturas mejoradas. Estudios realizados por Holmann y Lascano (1998), Argel (2006), Lascano y Plazas (2003); Lopez et ál (2005), señalan, que por la adición de leguminosas arbustivas, pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros, se incrementa la leche con porcentajes del 15; 25; 27,4; y 36,5%.

Los niveles de producción de leche del grupo de ganaderos que aplica sistemas silvopastoriles (*Tabla 4.6.*), tanto en época seca y lluviosa son similares a los registrados por Argel (2006) en Honduras, quien reportó 5,2 kg/vaca/día; Alonzo et ál. (2000) en Cayo, Belice, encontró 4,18 Kg/vaca/día; así mismo, Torres (2007) en su estudio encontró producciones de 3,8 kg/vaca/día en Matagalpa y Jinotega, Nicaragua; y por último, Sheen y Riesco y Seré (2002) en Pucallpa, Perú reportó 4,5 kg/vaca/día. Estos valores de producción son bajos en comparación con los reportados por Valles (2002) en el trópico de México, quien reportó producciones de 8 y 4,6 kg/vaca/día, para la época lluviosa y seca respectivamente; no obstante, debemos señalar que la producción promedio nicaragüense es de 3,5 kg/vaca/día (MAGFOR 2008).

Otro aspecto importante que se resalta del tipo de alimento suministrado, es la calidad de la leche, para ello se evaluaron parámetros como: grasa, solidos totales (S.T) y solidos no grasos (S.N.G.). La producción de leche del grupo de ganaderos con sistema convencional (*Tabla 4.7.*), tiene menos contenido de grasa tanto en la época seca como lluviosa, a diferencia de la producción del grupo de ganaderos con sistemas silvopastoril que presentó mayor contenido; en iguales términos se presentó los sólidos totales y los sólidos no grasos. Los parámetros evaluados, mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) (*Anexo 10*). Estas diferencias se deben principalmente a la alimentación a base de leguminosas arbustivas que brindan los ganaderos a las vacas en estado de lactancia. Leguminosas como *Cratilya argentea* aumentan el contenido de grasa de la leche (Valles 2002; Lobo y Acuña 2001; Lobo et ál. 2002; Argel, 2006; Bernal, 2007).

Tabla 4.7. *Contenidos de grasa, solidos no grasos y solidos totales presentados en la leche en cada época y grupo estudiado*

Tipo de sistema	Época seca			Época seca		
	Grasa	S.N.G*	S.T**	Grasa	S.N.G*	S.T**
	%	gr/cm ³		%	gr/cm ³	
Sistema convencional	2,12	8,29	10,41	3,01	8,71	11,71
Sistema Silvopastoril	3,71	8,58	12,29	4,04	8,98	13,03

S.N.G*: solidos no grasos

S.T**: solidos totales

3.1.5. Biodiversidad

En el estudio de la caracterización arbórea, se encontró un total de 8105 árboles pertenecientes a 83 especies y 44 familias. Se encontraron árboles en el 100% de las fincas y en 166 potreros. Las familias de árboles más abundantes fueron (Tabla 4.8.) Boraginaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Leguminosae Mimosoideae, Mimosaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Tiliaceae, mientras que las especies más comunes fueron: *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. in A. DC., *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken, *Chimarrhis latifolia* Stand., *Psidium guajava*, *Cordia gerascanthus* L., *Cupania guatemalensis* (Turcz.) Radlk., *Inga jinicuil* Schltl. & Cham., *Spondias mombin* L., *Luehea seemanii* Triana & Planch., *Platymiscium parviflorum* Benth, quienes conforman el 67,17% de todos los árboles inventariados.

Además, en este estudio se encontró que los ganaderos que aplican un sistema convencional (SC), tienen el mayor número de árboles (Figura 4.7.), entre un DAP de (05-15); (15-25) y (25-35); mientras que el grupo de ganaderos con sistemas silvopastoriles, el mayor número de árboles esta entre (5-28) y (28-51) de DAP. Esto evidencia que hay un mayor número de árboles más jóvenes en el grupo de ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles, producto del control selectivo de las malezas y chapias, lo que permite que haya una mayor cantidad de regeneración de árboles dispersos en potreros.

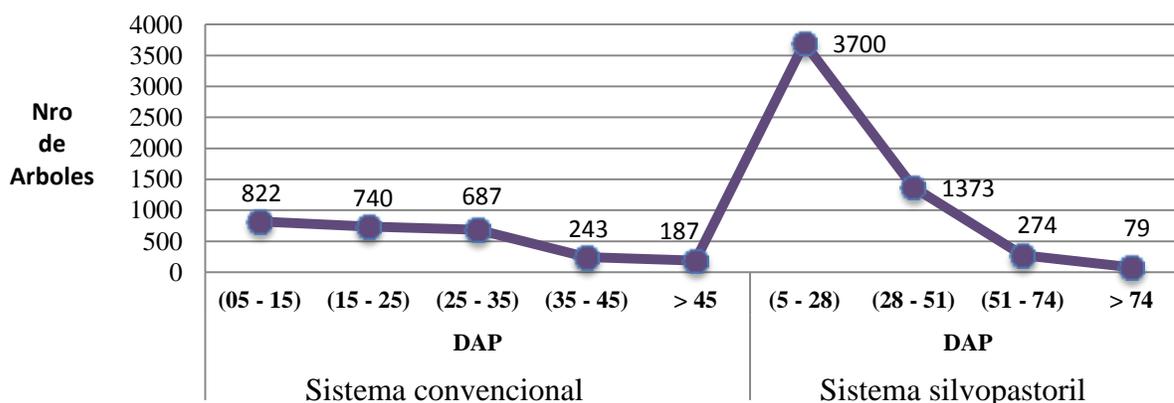


Figura 4.7. Número de especies de árboles en función del DAP (diámetro a la altura del pecho) presentado en los sistemas silvopastoril y convencional en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Al analizar la abundancia de especies de árboles dispersos en potreros se encontró que no hay diferencias estadística significativa ($p < 0,05$) (Anexo 11) (Figura 4.8.); sin embargo, debemos señalar que las fincas con sistema silvopastoril, tiene más especies con abundancia en los potreros que las fincas con sistema convencional. El grupo de ganaderos con sistema convencional presenta únicamente en mayor porcentaje a especies como (Tabla 4.8.) *Tabebuia rosea* (Bertol.) (19,97%) y *Cordia alliodora* (R. & P.) (13,85%); mientras que los ganaderos con sistemas silvopastoriles tienen especies como: *Cordia alliodora* R. & P. (13,90%); *Tabebuia rosea* (Bertol.) (13,14%), *Psidium guajava* (12,27%); y, *Chimarrhis latifolia* Stand (11,15%).

Tabla 4.8. Porcentaje de abundancia de árboles en los dos grupos estudiados

Nro	Sistema sin aplicación de tecnologías silvopastoriles (G1)			Sistema con aplicación de tecnologías silvopastoriles (G2)		
	Especie	Nro de Individuos	Abundancia (%)	Especie	Nro de Individuos	Abundancia (%)
1	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.)	535	19,97	<i>Cordia alliodora</i> (R. & P.)	754	13,90
2	<i>Cordia alliodora</i> (R. & P.)	371	13,85	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.)	713	13,14
3	<i>Chimarrhis latifolia</i> Stand	185	6,91	<i>Psidium guajava</i>	666	12,27
4	<i>Platymiscium parviflorum</i> B	156	5,82	<i>Chimarrhis latifolia</i> Stand	605	11,15
5	<i>Cupania guatemalensis</i>	130	4,85	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	246	4,53
6	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	108	4,03	<i>Inga jinicuil</i>	184	3,39
7	<i>Luehea seemannii</i> Triana	97	3,62	<i>Cupania guatemalensis</i>	182	3,35
8	<i>Inga jinicuil</i>	95	3,55	<i>Spondias mombin</i> L.	162	2,99
9	<i>Spondias mombin</i> L.	82	3,06	<i>Tabebuia ochracea</i> ssp.	137	2,53
10	<i>Psidium guajava</i>	73	2,73	<i>Persea americana</i> Mill.	110	2,03
11	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	62	2,31	<i>Cassia grandis</i> L.	96	1,77
12	<i>Cassia grandis</i> L.	60	2,24	<i>Rehdera trinervis</i>	94	1,73
13	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)	54	2,02	<i>Mangifera indica</i> L.	92	1,70
14	<i>Rehdera trinervis</i>	53	1,98	<i>Cedrela odorata</i> L.	89	1,64
15	<i>Cedrela odorata</i> L.	50	1,87	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	88	1,62
16	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	46	1,72	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.)	87	1,60
17	<i>Erythrina berteriana</i> Urb.	40	1,49	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>	85	1,57
18	<i>Mangifera indica</i> L.	40	1,49	<i>Luehea seemannii</i>	80	1,47
19	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	39	1,46	<i>Cecropia peltata</i> L.	70	1,29
20	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)	34	1,27	<i>Citrus sinensis</i> (L.)	55	1,01
21	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	32	1,19	Otras menos de 1% abundancia	831	0,94
22	<i>Tabebuia ochracea</i>	28	1,05			
23	Otras menos de 1% de abundancia	309	0,97			
	n	2679		n	5426	

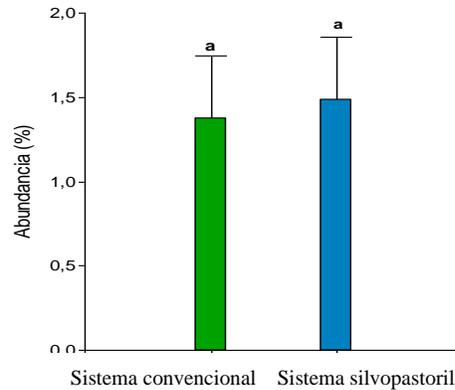


Figura 4.8. Porcentaje de abundancia en los grupos estudiados. Las barras muestran el error estándar. Letra diferentes sobre las columnas señalan diferencias significativas ($p < 0,05$)

Del uso de los indicadores de conservación del IBSA²⁴ (Anexo 12), se determinó que los ganaderos que aplican un sistema convencional tienen un índice de conservación del (0,55), mientras que los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles tuvieron (0,73). Estos valores de conservación mostraron una diferencia estadística (Anexo 13) significativa ($p < 0,05$); diferencias que se deben a la mayor cantidad de especies arbóreas, arbustos y pastos, y que han sido manejados de forma sostenible, permitiéndoles tener mayor productividad a los ganaderos con sistemas silvopastoriles. Es importante señalar que por efecto de los árboles dispersos en potreros, se tiene cobertura arbórea que contribuye a proveer hábitats y recursos complementarios para las especies de plantas y animales (Harvey et ál. 2005; Menacho y Sáenz 2004); además, esta cobertura arbórea contribuye a la conectividad del paisaje, ya que puede proveer conexiones y sitios de paso que pueden potencialmente facilitar el movimiento de especies animales (Harvey et ál. 2005). Existe evidencia que hace suponer que la presencia

²⁴ El IBSA es un Índice de Biodiversidad para el Pago de Servicios Ambientales (IBSA) que se la da a cada uso de la tierra (pastos mejorados: sin, baja y alta densidad de árboles; pastos naturales: sin, baja y alta densidad de árboles; cercas vivas: manejada o permanente; bosques riparios; bosques secundarios; frutales; sucesión vegetal; bancos forrajeros. El IBSA está compuesto por dos partes principales: a) El grupo Taxonómico utilizado como indicador (aves, mariposas, hormigas, etc.), la cual está compuesta por las abundancias de las especies (riqueza) y sus valores de vulnerabilidad respecto a pérdida de cobertura arbórea, a su condición o estatus de conservación en cada país y de manera global; b) las variables de vegetación registradas en cada uso del suelo (DAP, Altura del dosel, cobertura del dosel, No. de árboles, riqueza de especies vegetales, No. de arbustos y cobertura del suelo). (Sáenz, 2005).

de una cobertura arbórea heterogénea en estos agropaisajes que rodean muchas de las áreas protegidas y/o bosques remanentes, pueda también jugar un papel importante en la conservación de la biodiversidad dentro de estos sitios. Esto debido a que pueden servir como amortiguadores entre las áreas protegidas y las áreas de producción más intensivamente utilizadas, y también quizás puedan mitigar el impacto de la agricultura dentro las áreas adyacentes (Harvey et ál. 2005; Saunders y Hobbs 1991; Pagiola et ál 2007).

3.1.6. Secuestro de carbono

De un inventario de 8105 de árboles y de 266 parcelas de una hectárea, de la biomasa arbórea se determinó carbono. En el grupo de ganaderos que aplica un sistema convencional (SC) se encontró un promedio de 5,34 t C ha⁻¹ y los que aplican sistemas silvopastoriles (SSP) 11,03 t C ha⁻¹. La cantidad mínima que brinda las fincas con SC es de 4,32 t C/ha, y la máxima 6,36 t C ha⁻¹; mientras que las fincas con SSP brinda 9,83 t C ha⁻¹ como mínimo y como máximo 12,19 t C ha⁻¹ (Figura 4.9.b). Estas cantidades de carbono mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) (Anexo 14) (Figura 4.9.a).

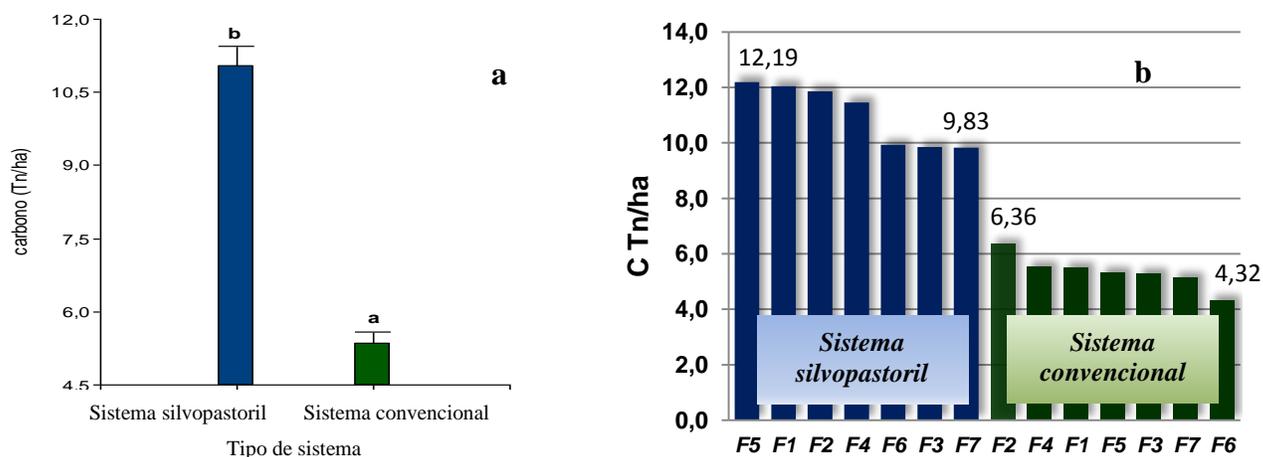


Figura 4.9. Cantidad de carbono almacenado en el componente arbóreo de los sistemas convencional y silvopastoril. (a) Las barras muestran el error estándar. Letras diferentes sobre las columnas señalan diferencias significativas ($p < 0,05$); (b) distribución de carbono en las fincas estudiadas de los dos sistemas de producción

Los valores presentados de carbono por hectárea se relacionan con los reportados por Giraldo et ál. (2007), quien reporto en fincas de Medellín, Colombia valores de 9,9 a 11,2 t

C/ha. Ibrahim et ál. 2007 en Esparza, Costa Rica 7,5 t C/ha y Ruiz (2002) en Matiguas, Nicaragua encontró 12,5 t C/ha; es decir, los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles se encuentran dentro de los resultados de almacenamiento de carbono, que se reportan en otras regiones de Centro América. A los valores de carbono provenientes de la cobertura arbórea, 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, e incluso podrían estar emitiendo carbono a la atmosfera (Giraldo et ál, 2007; Ramirez, et ál 2009; Ibrahim et ál 2007). Finalmente, el mejoramiento de pasturas y el aumento de la cobertura arbórea pueden hacer que usos de la tierra como las pasturas degradadas presenten un alto potencial de secuestro de carbono a nivel de finca (Ibrahim et ál. 2007, Acosta et ál 2002; Albrecht y Kandji 2003; Bayla et ál 2006).

Otro aspecto importante que se dio, es la relación que tuvieron los ganaderos que tienen más producción de leche con los que capturan más carbono por hectárea en sus fincas (*Figura 4.10.*). Esta relación tiene que ver con las relaciones concatenadas que se produce dentro de la finca. Los árboles más las pasturas mejoradas aumenta la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes (algunas especies pueden fijar nitrógeno); mejora el balance hídrico (Ríos, et ál. 2008); reduce la evaporación, el estrés calórico en los animales a través de la producción de sombra, y las emisiones de CO₂ al fijarlo en el sistema, y permite diversificar la producción (madera, leña, frutos, entre otros) (Marlats et ál. 1995; Sousa, et ál 2010). Todos estos beneficios contribuyen a mejorar la rentabilidad de la finca (Murgueitio, et ál. 2008; Albrecht y Kandji 2003).

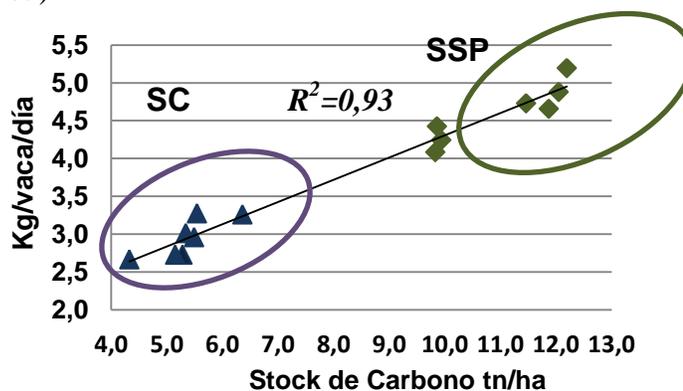


Figura 4.10. Relación de producción de leche y carbono en los sistemas silvopastoril (SSP) y convencional (SC)

3. Conclusiones

- La implementación de los sistemas Silvopastoriles constituye la principal medida de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas de los municipios de Paiwas y Rio 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.
- Las fincas con sistemas silvopastoriles presentaron mayor disponibilidad cantidad de biomasa forrajera, debido a la presencia de árboles (>30 árboles ha^{-1}) en potreros, lo cual asegura una mayor productividad de calidad de forraje por la fertilidad del suelo y se traduce en más disponibilidad de alimento en la época seca.
- Fincas que aprovechan recursos endógenos como la siembra de bancos forrajeros de leguminosas arbustivas y amplían el área de pasturas mejoradas con presencia de árboles dispersos en potreros, incrementan la producción de leche, tanto en época seca como lluviosa.
- La calidad de la leche de fincas con implementación de sistemas silvopastoriles es superior en cantidad de grasa, solidos totales (S.T.) y solidos no grasos (S.N.G.). Estos beneficios les permite a los ganaderos aumentar sus ingresos ya que reciben un sobreprecio por calidad de leche.

CAPITULO V. ANALISIS FINANCIERO

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos convencionales se caracterizan por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos, sobre todo cuando las tierras que ocupan no poseen vocación ganadera, frente a ello los sistemas silvopastoriles (SSP) incluyen una gama amplia de técnicas de manejo, tales como diversidad en el uso de especies de plantas, alternancia de cosechas, empleo de cercas vivas, uso eficiente de estiércol, la incorporación de árboles en las pasturas y la creación de múltiples tipos de hábitat en la finca (Gobbi y Casasola, 2003). No obstante, el establecimiento y el desarrollo de los Sistema Silvopastoriles (SSP) deben adecuarse a los factores ecológicos, sociales, económicos y políticos de la zona que los adoptará, y más aún surgen cuestionamientos relacionados con la sostenibilidad de la producción y principalmente su rentabilidad a corto y largo plazo.

Estudios realizados por Botero et ál. (1999); Alonzo (2000) e Ibrahim et ál. (2001), señalan que, entre el sistema ganadero silvopastoril de vegetación mixta con árboles y sistema convencional, los sistemas silvopastoriles son más productivos; no obstante, Gobbi y Casasola (2003), manifiestan que los elevados costos iniciales de establecimiento por unidad de superficie de los SSP y la necesidad de esperar cierto tiempo a que los sistemas silvopastoriles se traduzcan en mejoras de los parámetros reproductivos y productivos del hato, requieren de un incentivo para hacer la inversión financieramente viable; sin embargo, si se contabilizaran los ingresos forestales y se internalizara el resto de los beneficios ambientales y ecológicos provistos por los sistemas silvopastoriles (Ademar, et ál 2009; Sánchez et ál. 2009), se incrementarían los indicadores financieros de la inversión, y se mejoraría aún más la opción de invertir en tecnologías SSP (Gobbi y Casasola 2003); además, el efecto multiplicador que producen sobre el empleo (Fassola et ál. 2005).

Por lo tanto, es deseable promover sistemas ganaderos alternativos que sean financieramente rentables y amigables con el ambiente

En este estudio se conoció si efectivamente la implementación de sistemas silvopastoriles presentan rentabilidad a las fincas ganaderas y si las tecnologías son sostenibles en el tiempo.

I. PLANTEAMIENTO DEL OBJETIVO

Valorar económicamente los sistemas de producción con el fin de encontrar la sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles en el mediano plazo.

II. PREGUNTA CLAVE

¿Cuál es el comportamiento económico de la implementación de los sistemas silvopastoriles en cinco años?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del estudio

El presente estudio se realizó en Río Blanco y Paiwas. En Río Blanco existen dos zonas predominantes, una Tropical Seca y otra Tropical húmeda con una temperatura que oscila entre los 16 y 25° centígrados. Río Blanco, se encuentra ubicado en el centro de Nicaragua a 110 km. de la ciudad de Matagalpa y 220 km. de la capital Managua, su posición geográfica se sitúa entre las coordenadas 12° 56' de Latitud Norte y 85° 13' de Longitud Oeste. Paiwas se encuentra al Norte con el Municipio Siuna, al sur con los municipios de El Rama y Camoapa, al este con los municipios de La Cruz de Río Grande y El Tortuguero, y al oeste con los municipios de Matiguás y Río Blanco; se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas 12° 47' de latitud norte y 85° 07' de longitud oeste.



Figura 5.1. Zona de estudio

2.2. Caracterización de la muestra y descripción del protocolo.

El trabajo de investigación se desarrolló en el marco del proyecto Innovaciones Tecnológicas, CATIE-NESTLE, que agrupó a 288 productores de la zona de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.

2.2.1. Selección de la muestra.

De cada tipología de finca encontrada en la zona de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, mediante un muestreo aleatorio simple se eligieron siete fincas (Di Rienzo et ál. 2008).

2.2.2. Descripción del protocolo de entrevista semiestructurada

A los ganaderos seleccionados se les aplicó una entrevista semiestructura conformada por dos partes:

- a. **Información general de la familia:** aspectos socioeconómicos tales como participación de los miembros de la familia en las actividades productivas propias de las finca, intereses alternativos para inversión, modalidad de financiamiento de actividades del finca, acceso a créditos y mercados

- b. **Información general de la finca:** composición del hato, registros de la actividad productiva, existencias de instalaciones, maquinaria y equipos, producción de la finca (ingreso), costos de producción, establecimiento, mantenimiento del manejo del hato, pasturas, bancos forrajeros y uso de combustible

El protocolo fue estructurado de tal manera que se pudiera obtener información lo más precisa posible, desde el año 2007 al 2010.

2.3. Análisis financiero

Mediante este análisis se evaluó el comportamiento financiero de los sistemas de producción evaluados. Como indicadores de rentabilidad se utilizó el valor actual neto (VAN) y el beneficio Costos (B/C)

2.3.1. Valor actual neto

El valor actual neto de un proyecto es el valor presente de los ingresos actuales y futuros, menos el valor presente de los costos actuales y futuros (Krugman y Wells 2007). La fórmula para el valor actual neto es (Loring, 2004):

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

- Vt = representa los flujos de caja en cada periodo t .
 I_0 = es el valor del desembolso inicial de la inversión
 n = es el número de periodos considerados

Esta medida es empleada para determinar el valor actual de los flujos netos de efectivo, producto de una inversión realizada en los dos sistemas de producción (convencional y silvopastoril). Como criterio de evaluación, el VAN puede tener un valor de cero, indicando que el proyecto fue rentable, siempre y cuando se considere entre los flujos de gastos los costos de oportunidad de la tierra y del trabajo familiar. Si su valor fuese positivo, (superior a cero), es indicativo de que el proyecto proporcionó beneficios superiores a los costos

incurridos. Si por el contrario, el VAN fuese negativo (inferior a cero), el proyecto no es rentable y requiere por tanto generar beneficios adicionales o reducir los flujos de costos para que genere éste los resultados financieros esperados (Sapag y Sapag 2004).

Para efectos del presente trabajo, la tasa de descuento²⁵ usada fue del 10,16 % (BCN 2010).

2.3.2. Valor actual

El valor presente permite realizar comparaciones monetarias en diferentes periodos de tiempo. En efecto, un igual monto de dinero a ser recibido ahora o en el futuro no significa lo mismo. En este contexto la tasa de descuento puede ser usada como un mecanismo para comparar el valor del dinero en el tiempo.

Valor actual (VA) = factor de descuento.C1

Dónde:

C1= es el cobro esperado en el periodo de tiempo 1 (un año a partir de ahora).

El factor de descuento se expresa como el recíproco de uno más la tasa de rentabilidad:

$$\text{Factor de descuento} = \frac{1}{1 + i}$$

La tasa de rentabilidad i es la recompensa que el inversor demanda por la aceptación de un pago aplazado.

2.3.3. Relación beneficio costo

Este indicador permite medir la bondad de los sistemas de producción (Silvopastoril y convencional) a través de relacionar sus ventajas y desventajas, y por lo tanto, permite amplias

²⁵ Tasa de descuento: es la tasa de interés empleada para calcular valores presentes. Elevadas tasas de descuento pueden desanimar la inversión y disminuir así la herencia de capital de las generaciones futuras. El valor de 10,16% es la tasa cobrada por la banca en Nicaragua en los créditos otorgados a sus clientes.

posibilidades de aplicación, según el carácter del proyecto y de los objetivos. Generalmente las ventajas son los ingresos por la entrega de los bienes o servicios producidos, y las desventajas son los costos y gastos de dichos bienes y servicios.

Esta medida se determina empleando el valor actual de todos los beneficios del sistema de producción con y sin que aplicación de tecnologías silvopastoriles, durante el periodo de tiempo analizado y el valor actual de todos los costos incurridos por los sistemas de producción. Se considera que un proyecto es económicamente viable cuando el valor calculado es mayor o por lo menos igual a 1 (Relación B/C=>1). La fórmula utilizada en el análisis a través de este criterio fue la siguiente (Sapag y Sapag 2004):

$$\text{Relacion B/C} = \frac{\text{Valor actual de los beneficios del SSP}}{\text{Valor actual de los costos del SSP}}$$

$$\text{Relacion B/C} = \frac{\text{Valor actual de los beneficios del Sin SSP}}{\text{Valor actual de los costos del Sin SSP}}$$

2.3.4. Parámetros usados

Los parámetros usados bajo el modelo que se desarrolló se describe haciendo referencia a los periodos evaluados: 2007 a 2010.

- Se consideró el análisis financiero para un flujo de caja de 5 años.
- Los flujos de caja fueron expresados en dólares americanos con el siguiente tipo de cambio (promedios del año): año 2007, 18,44 córdobas/1 dólar americano; año 2008 19,37 córdobas/1 dólar americano; año 2009, 20,24 córdobas/1 dólar americano; año 2010, 21,05 córdobas/1 dólar americano.
- La tasa de descuento utilizada 10,16 % (Banco Central de Nicaragua, 2010)

- En relación a parámetros de producción: se tomó en consideración la producción que tienen anualmente los 14 ganaderos.
- EL precio de la leche se basó en función de los precios concedidos por Prolacsa: año 2007, \$0,339/litro; año 2008, \$0,323/litro; año 2009 \$0,309/litro; y, 2010 \$0,297/litro.
- Los precios nominales se transformaron a precios reales, a través de un deflactor. Para el año 2007 el índice fue de 1,12; año 2008: 1,6; año 2009: 1,32; y, año 2010: 1,46. Se tomó como base el año 2010.

2.3.5. Estructura de costos e ingresos

Para la estimación de los costos de producción se tomaron en cuenta aquellos gastos en efectivo (insumos, mano de obra familia (si era pagada) y permanente y ocasional). Los ingresos efectivos y no efectivos (autoconsumo) fueron calculados sobre la base de la producción y precios de venta reportados. Se tomaron en cuenta los costos de establecimiento, mantenimiento, manejo y utilización de los bancos forrajeros (podas, costos por corte, acareo, picado y ofrecimiento al ganado), pasturas, control de malezas, labores de fertilización, costos de energía eléctrica y uso de combustible.

Es importante mencionar que en este estudio no se consideró el costo de oportunidad de la tierra; además, se tomó en cuenta solo la mano de obra familia que es pagada.

2.3.6. Análisis estadístico

Inicialmente se efectuó un análisis de estadística descriptiva, con el objeto de establecer las medias por grupo de clasificación y sistema tecnológico evaluado.

Se efectuó un análisis de varianza (ANAVA) y una prueba LSD Fisher para establecerla existencia o no de diferencias significativas ($p \leq 0,05$) por cada grupo clasificatorio y sistemas tecnológicos considerados, análisis que se efectuó a cada una de los indicadores económicos calculados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de ingresos

Las principales fuentes de ingresos en la zona de Rio Blanco y Paiwas Nicaragua es la venta de la producción de leche, la ganadería y la leña. Con un (72,34%) el rubro que más ingresos brindan a los ganaderos es la venta de leche, seguido de la venta de ganado con (26,93%) y en menor porcentaje la venta de leña (*Figura 5.2.*). Estos porcentajes son similares a los encontrados por Suárez et ál (2009) en Matagalpa, Nicaragua, quien reportó (70,4%) para el rubro de la leche y (29,6%) para la venta de ganado. Es importante mencionar que en Nicaragua, en los sistemas de doble propósito los pequeños productores dan una mayor orientación a la producción de leche, de la cual proviene la mayor parte de sus ingresos. 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).

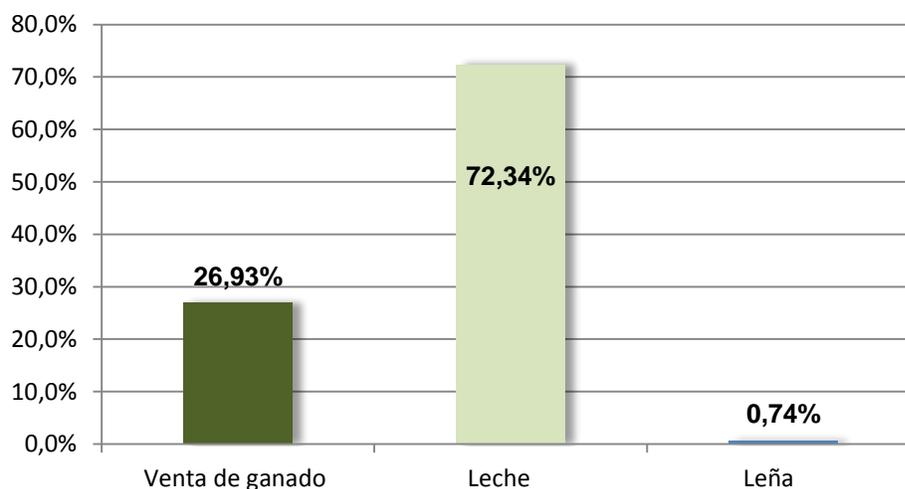


Figura 5.2. Fuentes principales de ingresos de los ganaderos.

Dentro de las tipologías estudiadas el grupo de ganaderos con SSP tiene un mayor porcentaje de ingresos por venta de leche en comparación con el grupo de ganaderos que aplica SC (*Figura 5.2.*). Este porcentaje se relaciona con los mayores ingresos que tiene los

ganaderos con SSP. En la (Figura 5.3.), se muestra los ingresos que tienen por año cada uno de los ganaderos dentro de cada sistema de producción analizado.

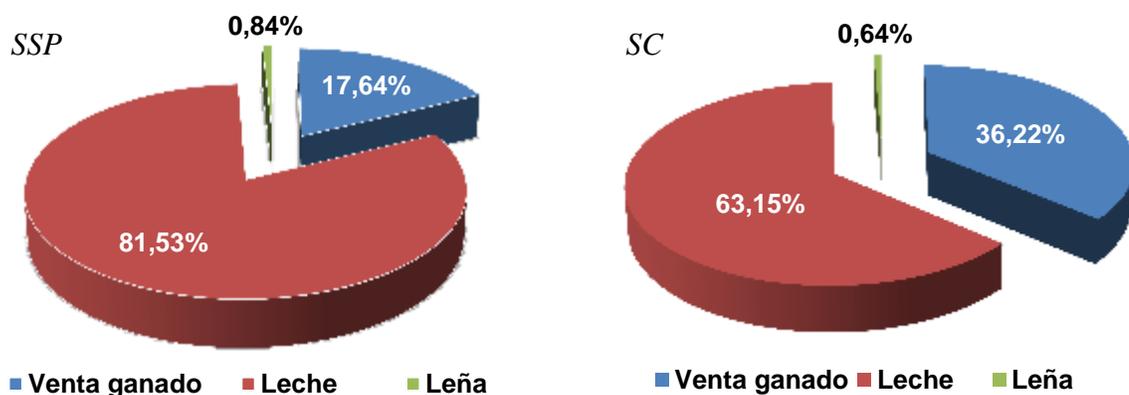


Figura 5.3. Porcentajes de aporte de ingresos a los ganaderos que aplican sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas convencionales (SC).

Los ganaderos con SSP presentaron mayores ingresos en cada uno de los años estudiados, en comparación con los ganaderos con SC (Tabla 5.1. y 5.2.); esto como consecuencia de una mayor producción de leche que tiene el grupo que aplica tecnologías silvopastoriles. Además, estos resultados, al realizar el análisis de varianza mostraron que hay una diferencia estadística ($p < 0,10$) entre los sistemas de producción, con un nivel de significancia del 90% (Figura 5.4.). El grupo de ganaderos con SSP presentó un promedio de ingresos de US\$ 401,24/ha y los ganaderos con SC, US\$ 258,62/ha.

Tabla 5.1. Ingresos por hectárea que recibieron los ganaderos durante los años (2007-2010)

Variable	Sistema convencional				Sistema silvopastoril			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Ingresos (USD/ha)								
Media	327,78	242,3	236,62	227,75	519,63	346,27	384,34	354,7
D.E.	95,12	82,01	62,71	70,14	176,25	122,52	121,99	125,09
Mín.	224,72	138,72	146,25	134,36	214,05	127,2	171,98	156,33
Máx.	458,83	350,3	309,42	324,36	774,51	525,03	576,51	555,48

Tabla 5.2. Ingresos por rubro de cada sistema productivo (SSP y SC) en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Tipo de sistema	Medida de resumen	venta de leche	venta de ganado horro	Venta de Novillos de 1 a 2 años	venta de leña
		US\$/ha			
Sistema convencional	media	158,92	49,69	29,35	1,71
	DE	5,99	17,58	10,33	0,47
	Mín.	154,37	31,07	17,68	1,3
	Máx.	167,72	65,1	41,8	2,36
Sistema silvopastoril	media	295,91	50,02	20,34	3,84
	DE	12,17	15,42	7,08	0,36
	Mín.	284,61	31,13	12,63	3,5
	Máx.	313,15	68,61	29,65	4,26

Los resultados en este estudio se relacionan con las investigaciones hechas por (Ibrahim, et ál, 2005; Andrade, 2008; Perez et al 2006), quienes señalan mayores ingresos por la aplicación de tecnologías silvopastoriles.

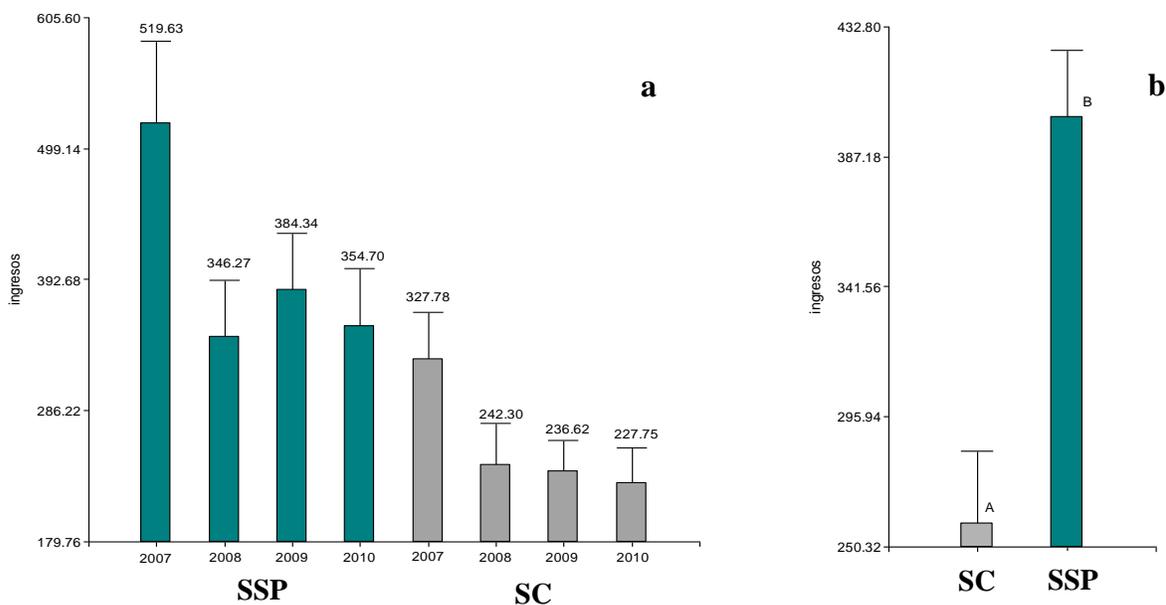


Figura 5.4. a. Ingresos por año (2007, 2008, 2009, 2010) de los grupos con aplicación de sistemas silvopastoriles (SSP) y sistemas convencional (SC); **b.** diferencias estadísticas entre los ingresos que reciben los ganaderos con SSP y SC.

3.2. Costos

3.2.1. Costos variables

Los costos variables mostraron comportamientos diferentes entre los sistemas de producción estudiados (Tabla 5.3). La mano de obra y la alimentación son los rubros más altos que absorben una parte importante de los costos totales. Los ganaderos con SC en mayor porcentaje destinan a la alimentación, mientras que los ganaderos con SSP, se orienta más a la mano de obra. Esto tiene una razón lógica en vista que los ganaderos con SC realizan mayores inversiones en la compra de suplemento como: sal común y pecutrin (sal mineral); mientras que los ganaderos con SSP realizan sus mayores gastos en el manejo de bancos forrajeros, la chapia de los potreros con árboles dispersos y el corte y acarreo de las leguminosas arbustivas.

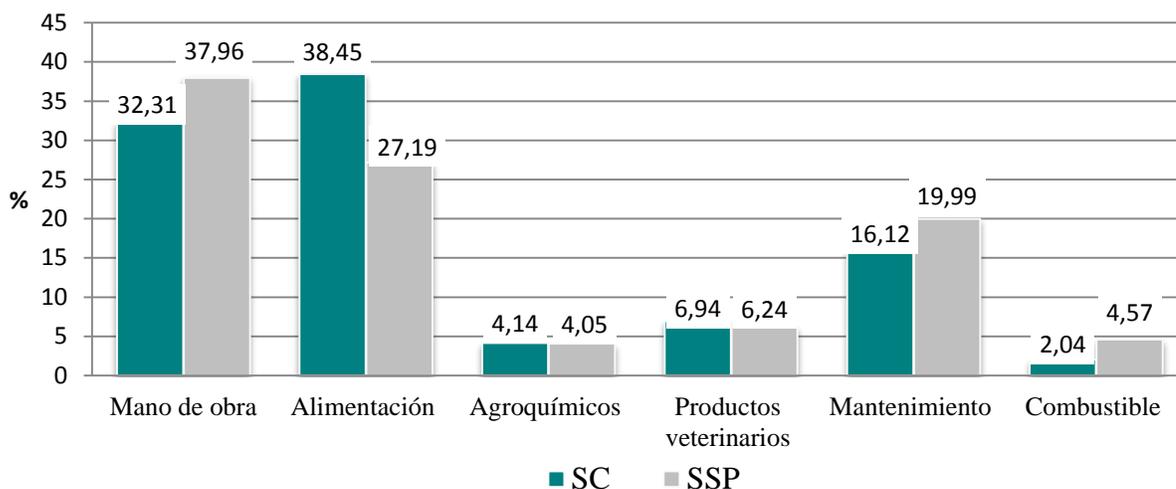


Figura 5.5. Porcentajes de los costos que indican en mayor cantidad en gastos a los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua. **SC:** sistemas convencional; **SSP:** sistema silvopastoril

En este estudio, los ganaderos con SSP presentaron US\$ 52,01/ha/año (Tabla 5.3. y Figura 5.6.) por concepto de mano de obra. Este resultado es bajo en relación a los reportados por Chávez et al (2009), quien encontró que se destina a la mano de obra US\$ 125/ha/año en Esparza, Costa Rica; y, Gobbi y Casasola (2003) reportaron por el mismo concepto US\$ 223, 55/año para una superficie de 0,75 ha.

Tabla 5.3. Matriz de covarianzas, con la prueba de Prueba Hotelling con un alfa=0,05

Tipo de sistema	Mano de obra	Alimentación	Agroquímicos	Productos veterinarios	Mantenimiento	Comb*	
SC	29,87	31,28	3,95	6,88	15,55	2,12	A
SSP	52,01	36,93	5,93	8,21	28,59	5,97	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); *Combustible

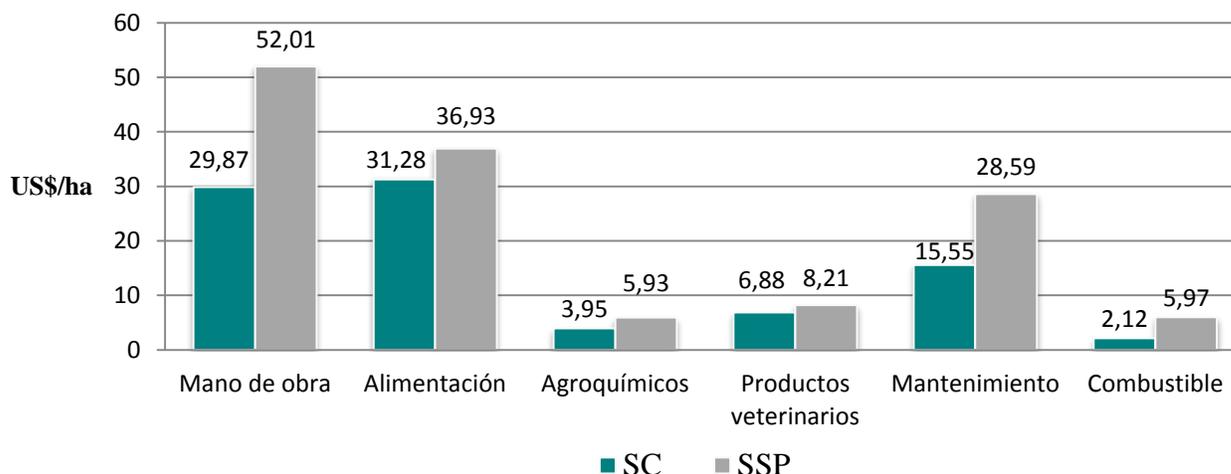


Figura 5.6. Costos que realiza cada sistema productivo en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010. SC: sistemas convencional, SSP: sistemas silvopastoril

Es importante mencionar que la implementación de tecnologías silvopastoriles requieren de mayor mano de obra (Alonzo et ál 2002; Milera et ál 2001), lo que contribuye a la generación de empleo para los miembros de la familia y como fuente de empleo para la mano de obra local. Sin embargo, los sistemas silvopastoriles requieren un conocimiento y manejo intensivo para lo que es necesario un nivel de educación adecuado (Atta-Krah y Francis 1987; Lopez et ál 2005).

Los ganaderos con SC tienen una carga animal promedio 0,82 UA/ha; sin embargo, este sistema incurre en mayores gastos en la alimentación (suplementos) (Figura 5.5.); destinando para ello US\$ 31,28 ha/año, y los ganaderos con SSP, US\$ 36,93 ha/año con una carga animal de 1,08 UA/ha. Estos valores que destinan para la alimentación no mostraron diferencias significativas ($p=0,4271$) (Anexo 15). El mayor porcentaje a alimentación que destinan los ganaderos con SC, se debe a la mayor suplementación que brindan a su hato

ganadero en la época seca, frente a esta realidad es importante destacar que los bancos forrajeros *per se*, son una opción viable principalmente para aprovisionar de alimento al ganado durante la época seca o en los periodos de escasez (Lascano y Plazas 2003), aun cuando se tuviese que acompañar con suplementos para garantizar una mayor producción de leche y de carne. Esta última práctica la aplican los ganaderos con SSP.

Tabla 5.4. Costos incurridos por los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.

Tipo de sistema	Mano de obra	Alimentación	Agroquímicos	Productos veterinarios	Mantenimiento	Otros	USD/ha						
<i>Media</i>		29,87	31,28	3,95	6,88	15,55	2,05						
<i>D.E.</i>	<i>SC*</i>	17,40	14,88	2,80	3,53	10,31	2,05						
<i>Mín.</i>		11,13	15,5	0,59	2,97	2,58	0						
<i>Máx.</i>		77,21	73,19	11,89	14,9	43,57	7,88						
%		32,31	38,45	4,14	6,94	16,12	2,04						
<i>Media</i>		52,01	36,93	5,93	8,21	28,59	5,97						
<i>D.E.</i>	<i>SSP**</i>	32,75	20,5	3,98	3,52	17,94	4,8						
<i>Mín.</i>		7,79	10,78	1,41	2,59	1,58	0						
<i>Máx.</i>		136,32	102,14	15,5	15,64	65,52	17,78						
%		37,96	27,19	4,05	6,24	19,99	4,57						

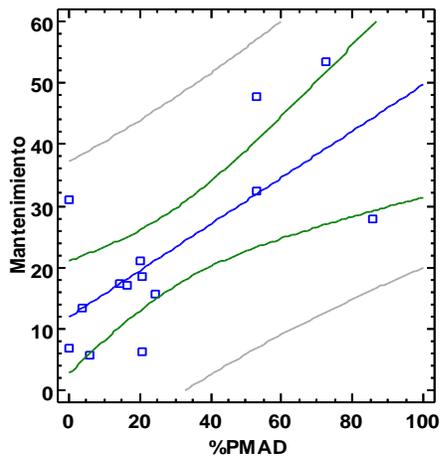
* Sistema silvopastoril

** Sistema convencional

Otro de los gastos en los que incurren los ganaderos es el mantenimiento, siendo el grupo de ganaderos con SSP los que realizan mayores gastos en comparación con los ganaderos con SC. Actividades como: mantenimiento de los bancos forrajeros, arboles dispersos en potreros, bosque riparios, y el manejo del ganado son las actividades que ejecutan en mayor cantidad los ganaderos con SSP, destinando para ello 28,59 USD/ha, mientras que los ganaderos con SC destina 15,55 USD/ha.

Mediante un análisis de regresión se determinó que un mayor porcentaje de pasturas mejoradas con árboles dispersos incide en mayor cantidad al gasto en mantenimiento. El modelo seleccionado mostró que existe un relación estadísticamente significativa ($p < 0,05$) (*Anexo16*) entre el mantenimiento y el porcentaje de pasturas mejoradas con un nivel de confianza del 95% ($R^2 = 49,79$). La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Mantenimiento} = 11,9385 + 0,378054 * \%PMAD$$



* PMAD: *Pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros*

Figura 5.7. *Relación entre el % de pasturas mejoradas y el costo de mantenimiento.*

Otro de los costos incurridos en mayor cantidad por los ganaderos con SSP frente a los ganaderos con SC es el combustible. Esto debido a su uso en las picadoras para los cortes que deben realizar tanto de las gramíneas como de las leguminosas arbustivas, para ello destinan por hectárea US\$ 5,97/ha, mientras que los ganaderos con SC destinan US\$ 2,12/ha.

3.2.2. Costos fijos

Los costos fijos mostraron diferencias significativas ($p=0,0002$) entre los dos sistemas de producción (SC y SSP), con un nivel de significancia del 95% (Anexo 17). Esta diferencia marcada se debe a la implementación de bancos forrajeros, de gramíneas, leguminosas arbustivas e infraestructura (galeras embaldosadas, corrales, pilas) que implementa el grupo de ganaderos con SSP (*Tabla 5.5.*). Costos como administrativos, no se aplican en este estudio, debido a lo no implementación de estos costos en las fincas ganaderas de Rio Blanco y Paiwas; sin embargo, Suárez et ál (2009), reporta estos costos en fincas de Matagalpa, Nicaragua. Para efectos de este estudio se tomaron los siguientes rubros como costos fijos (ver *Tabla 5.5*)

Tabla 5.5. Rubros de costos fijos (depreciados) en los sistemas de producción convencional y silvopastoril en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Rubro	Tipo de sistema	
	SSP	SC
	US\$	
Picadora	47,75	17,79
Cercas de alambre con púas	75,24	72,17
Bancos de gramíneas	95,25	24,05
Bancos de leñosas	22,97	1,28
Pasturas mejoradas	24,07	3,76
Corral + galera embaldosada	50,61	0
Caminos	1,69	1,97
Comederos	4,36	5,08
Bebedero	2,55	2,66
Bodega	1,65	1,93
Pilas	44,01	25,73
Saladeros	11,43	12,3
filtros	7,04	6,82
Porta filtros	10,26	9,89
Riatas	4,74	6,16
Rejos	3,46	2,88
Valdés	14,59	14,7
Limas	3,1	3,12
Machetes	29,02	27,46
Macanas	2,53	2,07
Monturas	8,11	9,25

En esta zona con el fin de incrementar los rendimientos de producción por vaca, los ganaderos que aplican SSP están mejorando el régimen alimentario de su ganado mediante las pasturas mejoradas y los bancos forrajeros, mientras que los ganaderos con SC dependen de suplementos, como la sal mineral (Pecutrin). Al respecto, estudios realizados por (Ordoñez 2002; Carrillo y Celis 2001; Márquez 2001) citados por Chávez et ál (2009) muestran que los cambios en el manejo y la intensidad de uso de capital, acompañados de un uso más intenso de las tecnologías silvopastoriles, generan mejores indicadores de desempeño productivo; esto a su vez, se ve acompañado por la liberación de áreas de pastura para tacotal. Lo anterior, son las características que presenta las fincas con SSP, teniendo los mayores rendimientos de leche por animal/día.

El grupo de ganaderos con SSP presentó un costo de US\$ 13,71/ha, valor que representa a la depreciación de maquinaria, equipos e infraestructura de las fincas (bancos de gramíneas y leñosas, pasturas mejoradas, caminos etc. *Tabla 5.5*). Las fincas con SC tienen un valor de US\$ 6,56/ha. En la (*Figura 5.8.*), se muestra el comportamiento de los costos fijos a lo largo del año 2007 al 2010, notándose mayores costos en los ganaderos de aplican tecnologías silvopastoriles.

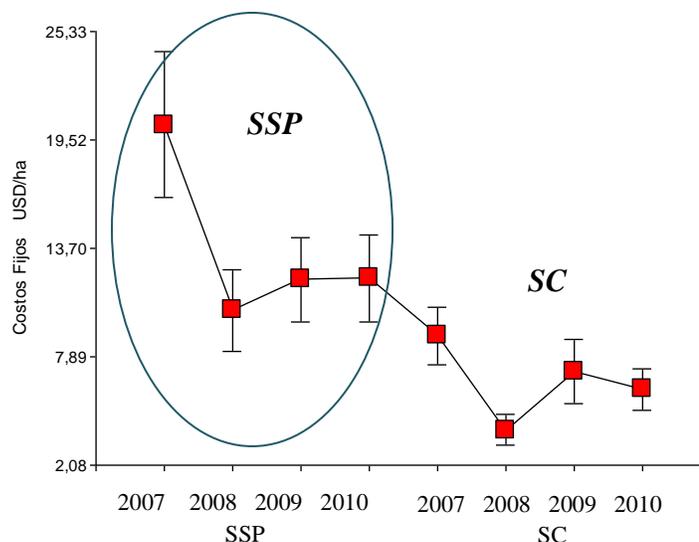


Figura 5.8. Comportamientos de los costos fijos durante los años 2007 a 2010. **SSP:** sistema silvopastoril; **SC:** sistema convencional

3.3. Flujo de caja

Los flujos de cajas entre estos dos sistemas de producción mostraron diferencias estadísticas significantes ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 90%. Estas diferencias se deben al sistema tecnológico que aplica cada ganadero en su finca.

Tabla 5.6. Matriz de covarianzas, con la prueba Hotelling y $\alpha = 0,05$

Tipo de sistema	Ingresos	Costos Fijos	Costos variables	Egresos	Utilidad	FLUJO NETO	
SC	258,62	6,56	89,56	185,69	72,93	79,49	A*
SSP	401,24	13,71	137,63	288,98	112,25	125,97	B*

* Letras distintas indican diferencias significantes ($p \leq 0,05$). SC: Sistema convencional; SSP: sistema silvopastoril

Del flujo de caja entre los sistemas de producción, se determinó que los ganaderos que aplican SSP presentaron un valor de US\$ 125/ha/año y los ganaderos con SC US\$79,49/ha/año (*Figura 5.9. y Tabla 5.7.*). Estos resultados se deben principalmente a la mayor producción de leche que presentan los ganaderos con SSP, además a la introducción de árboles en las pasturas, establecimiento de pastos mejorados y alimentación con leguminosas arbustivas principalmente. Los ingresos en este estudio están entre 258,62 y 401,24 USD/ha para los ganaderos con SC y SSP respectivamente. Estos valores se relacionan con los presentados por Ibrahim et ál (2001) en el trópico seco de Nicaragua, quien reporta ingresos para los sistemas silvopastoriles de US\$ 267 a 474 /ha. Los resultados expuestos nos permiten determinar que las tecnologías silvopastoriles generan más beneficios económicos para los ganaderos. Además, los ganaderos que están expuestos a impactos negativos causados por sequias prolongadas, los sistemas silvopastoriles son una medida de adaptación a los cambios en los factores ambientales; por lo tanto, estas tecnologías se muestran más resilientes a los efectos del cambio climático (Sousa de Abreu et ál 2003; Pagiola et ál 2007; Villanueva et ál 2007; Murgueito, 2008).

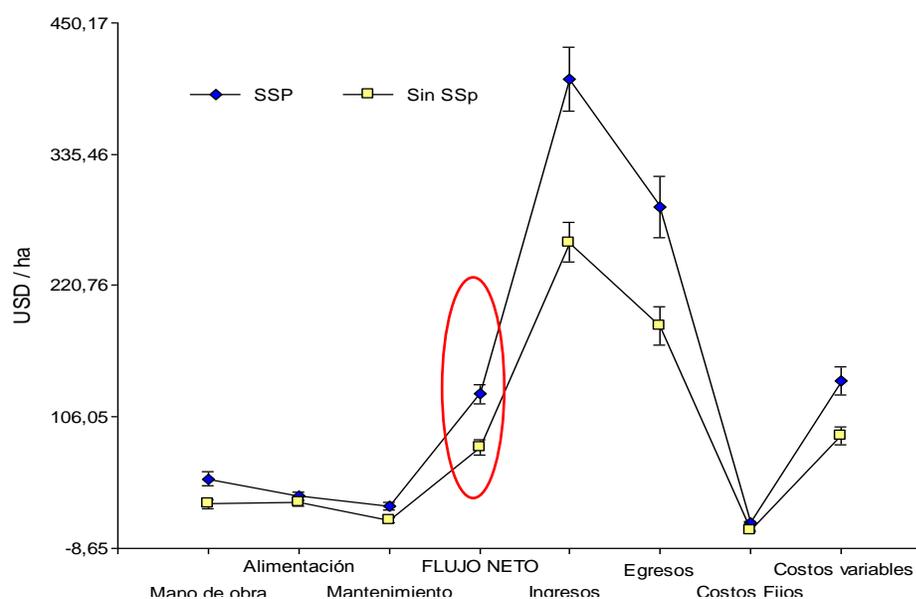


Figura 5.9. Diagrama de puntos de flujo de caja de los ganaderos de Rio Blanco y Paiwas Nicaragua. SSP: sistemas silvopastoril; Sin SSP: Sistema convencional

Es importante mencionar que la rentabilidad está asociada con la carga animal (Jansen et ál 1997), y por los resultados obtenidos hubo una relación directa entre la carga animal de las fincas con SSP. En épocas secas en las cuales se reduce la producción de pasturas, los

sistemas con especies leñosas pasan a ser la base de la alimentación, y permite conservar la carga animal en la finca y mantener o evitar la reducción drástica de la producción de leche (Sanchez 2007; Sheen y Riesco 2002; Souza de Abreu et ál 2003).

Tabla 5.7. Flujo de caja de los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles y convencionales (US\$/ha/año)

Variable	Sistema Silvopastoril				Sistema convencional			
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
TOTAL INGRESOS	519,63	346,27	384,34	354,7	327,78	242,3	236,62	227,75
Costos Fijos	(20,34)	(10,38)	(12,03)	(12,1)	(9,02)	(3,96)	(7,12)	(6,14)
Costos variables	(176,52)	(110,36)	(135,46)	(128,19)	(112,34)	(72,66)	(84,9)	(88,35)
Mano de obra	(62,72)	(41,8)	(54,71)	(48,82)	(35,85)	(24,18)	(31,4)	(28,03)
Alimentación	(52,64)	(27,36)	(34,73)	(32,98)	(41,78)	(24,05)	(30,46)	(28,82)
Agroquímicos	(7,56)	(4,9)	(6,16)	(5,08)	(5,23)	(3,32)	(3,94)	(3,3)
Productos veterinarios	(10,08)	(6,8)	(8,52)	(7,45)	(7,51)	(5,97)	(7,52)	(6,51)
Mantenimiento	(37,62)	(24,35)	(24,65)	(27,72)	(19,69)	(13,14)	(10,83)	(18,52)
Otros	(5,9)	(5,16)	(6,69)	(6,14)	(2,28)	(2,00)	(0,75)	(3,17)
TOTAL EGRESOS	(373,38)	(231,11)	(282,95)	(268,48)	(233,7)	(149,28)	(176,92)	(182,84)
UTILIDAD TOTAL	146,25	115,16	101,39	86,22	94,1	93,02	59,68	44,91
Depreciación de activos fijos	20,34	10,38	12,03	12,1	9,02	3,96	7,12	6,14
FLUJO NETO DEL SISTEMA	166,59	125,54	113,42	98,32	103,12	96,98	66,8	51,05

Una restricción importante para la adopción de prácticas silvopastoriles en la zona, es el desconocimiento de esta tecnología. A pesar que muchos ganaderos conocen de la rentabilidad de los sistemas silvopastoriles, no la aplican. En este estudio los costos de inversión promedio del banco de proteínas fue de US\$ 123/ha y de pasturas mejoradas US\$ 112,3/ha, valores comparativamente bajos con los reportados por Lopez et ál (2000), quien encontró para bancos de proteína US\$ 458,98/ha. Estos bajos costos se deben principalmente al intercambio de semillas de las leguminosas arbustivas, y para las pasturas mejoradas no realizan semilleros, reduciendo aún más los costos.

3.4. Rentabilidad económica de los sistemas de producción

El indicador de rentabilidad (VAN) mostro diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las dos sistemas de producción tipologías de fincas, con un nivel de significancia del 95% (Tabla 5.7. Anexo 16.). El VAN mostró US\$ 845,85 USD/ha para los ganaderos con SSP y US\$

543,52/ha para los ganaderos que implementan SC. Por lo tanto, por el indicador financiero y por el análisis de varianza aplicado, se observa que la implementación de bancos forrajeros, las pasturas mejoradas con árboles dispersos, constituye en una opción factible comparada a un sistema que no aplica tecnologías silvopastoriles. Estos valores se aproximan a los reportados por Suarez et ál 2009, en Matagalpa, Nicaragua quien presentó un VAN US\$ 474 y en Peten, Guatemala, Turcios et ál (2008) reportó un VAN US\$ 508,27.

Tabla 5.8. Análisis de varianza para los promedios de los indicadores financiero económicos de los grupos estudiados 2007-2010.

Tipo de sistemas	VAN					B/C				
	Media	D.E.	min	Máx.	p-valor	Media	D.E.	min	Máx.	p-valor
SSP	845.85	234.67	401.17	1126.05	0.0172	1.50	0.12	1.33	1.73	0.8262
SC	543.52	129.00	353.88	686.95		1.51	0.10	1.42	1.66	

SSP: sistemas silvopastoril; SC: sistema convencional

Así mismo, en un estudio realizado por Rojas, et al (2009), donde evaluó la eficiencia económica de dos sistemas tecnológicos, encontró que el sistema que tiene bancos forrajeros y pasturas mejoradas, presentó 378,67 USD/ha para el VET y 222 USD/ha para el VPN, estos valores fueron superiores al sistema que brinda solo pasturas y suplementos.

En cuanto al análisis beneficio costo entre los dos sistemas de producción no hubo diferencia estadística ($p=0,8642$). Sin embargo, este indicador nos indica que si tiene rentabilidad el sistema de producción o se presta para analizar una alternativa de inversión; por consiguiente, estos dos sistemas son rentables en este estudio, con la diferencia que los ganaderos que aplican tecnologías silvopastoriles tienen mayores ventajas económicas (Alonzo et ál 2001; Gobbi y Casasola, 2003; Ademar, et al 2009)

Algunos estudios de análisis financieros de los sistemas silvopastoriles demuestran ser más rentables comparados con la ganadería tradicional. Villanueva (2001) en un estudio sobre la ganadería tradicional y beneficios de los sistemas silvopastoriles (*Alnus acuminata* con *Pennisetum clandestinum*) en Costa Rica presentó indicadores positivos de relación B/C de 1,18 y un VAN de 170.094,70 colones de ingreso neto por hectárea.

Es importante mencionar que si se incrementa la mano de obra, el VAN disminuirá (Figura 5.10.). Esta es una característica de los sistemas silvopastoriles, debido al incremento de actividades como el corte y acarreo, raleo de árboles, entre otras; no obstante, las tecnologías silvopastoriles son importantes para la alimentación ganadera, incremento de la producción, beneficios que se tienen por servicios ambientales e incremento de fuentes de empleo (Villanueva et ál 2009; Pezo e Ibrahim 1998)

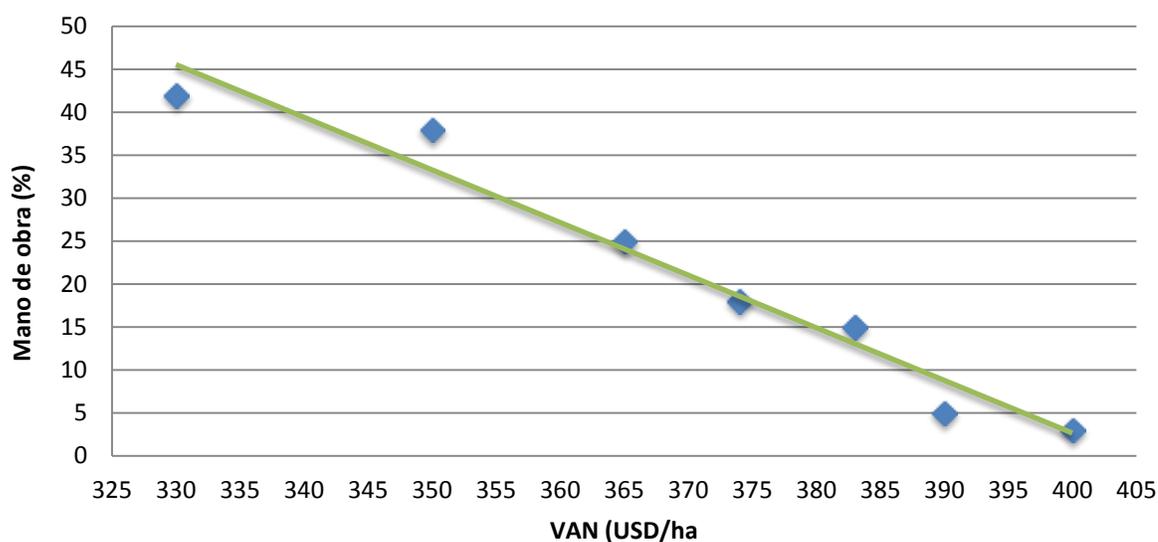


Figura 5.10. Relación del VAN con el incremento del porcentaje de mano de obra

Otro estudio realizado por Seo y Mendelsohn (2006) revela que el ingreso neto es altamente sensible a cambios en el clima. En particular, el ingreso neto de los grandes productores se ve reducido por aumentos en la temperatura, mientras que el ingreso neto de pequeños productores se incrementa conforme ésta se eleva. Dicho panorama se mantiene en las predicciones de estos efectos en el presente siglo, un incremento de hasta el 116% del ingreso en 2100 para pequeños productores y una pérdida para grandes productores en 2060.

Finalmente, en la zona de estudio no se estimula económicamente a los ganaderos por presentar mejor calidad de leche. Sin embargo, esta zona es representativa de los departamentos de Matagalpa en la producción de leche; y, sumado a los municipios ganaderos del norte de la RASS y del Sur de la RAAN, son los que tienen más del 60 % de la población de ganado bovino en Nicaragua, y una producción conjunta de leche de 179,2 millones de

galones, osea el 62% del total producido en el país (MAGFOR, 2008), lo que ha está permitiendo que las practicas silvopastoriles se constituyan en una alternativa de producción y económica (Pomareda2008).

4. CONCLUSIONES

- Las prácticas silvopastoriles que incorporan las pasturas mejoradas con árboles dispersos en potreros y suplementos alimenticios con forraje de leguminosas arbustivas son más rentables que los sistemas ganaderos convencionales. Esta rentabilidad es producto de una mayor adaptación a los efectos del cambio climático del finquero en épocas secas prolongadas.
- Los ganaderos que poseen sistemas convencionales destinan mayores recursos financieros a la compra de suplemento como: sal común y pecutrin (sal mineral); mientras que los ganaderos con sistemas silvopastoriles, destinan estos recursos al pago de mano de obra que utiliza para el manejo de bancos forrajeros, la chapia de los potreros con árboles dispersos y el corte y/o acarreo de las leguminosas arbustivas.
- El análisis de rentabilidad del sistema silvopastoril fue de US\$ 845,85 USD/ha en comparación con el sistemas convencional que fue de US\$ 543,52/ha; es decir la implementación la implementación de teconologías como bancos forrajeros, pasturas mejoradas con árboles dispersos, constituye en una opción económicamente factible para el productor ganadero en la zona de Río Blanco y Paiwas de Nicaragua.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M; Vargas, A.; Velásquez-Martínez, A.; Echevers-Barra, J. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca. México. *Agrociencia*, 36. pp 725-736
- Albrecht, A.; Kandji, S. T. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 99: pp 15-27.
- Ademar, L.; Lopez, M.; Alfonso, E.; Perez, V. 2009. Análisis económico-financiero de un sistema silvopastoril. Universidad nacional de misiones, Argentina. pp 54.
- Adger, W. 2003. Social Capital, Collective Action, and Adaptation to Climate Change. *Economic Geography* 79, 4. pp. 387-404.
- Alavalapati, J. R. R., Shrestha, R. K., Stainback, G. A., and Matta, J. R. 2004. Agroforestry development: An environmental economic perspective. *Agroforestry Systems* 61. Pp 299-310.
- Albrecht, A.; y Kandji, ST. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 99 (1-3): pp 15-27
- Alcocer, M.; Pérez, P.; García, F.; Devani, M. 2007. Tecnología aplicada y situación agroecológica de fincas ganaderas en el Chaco Semiárido Argentino. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, Facultad de Agronomía y Zootecnia UNT, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Tucumán, Argentina. pp 4-5.
- Aldunce, P.; Neri, C.; Szlafsztein, C. 2008. Hacia la evaluación de prácticas de adaptación ante la variabilidad y el cambio climático. Facultad de ciencias agronómicas de Universidad de Chile, Centro de ciencias de la atmosfera, Inter-American Institute for Global Change, National Science Foundation, Núcleo de Medio Ambiente de Universidade Federal Do Pará, Brasil. Belém: NUMA/UFPA. pp 105.
- Alfaro, W.; Rivera, L. 2008. Cambio Climático en Mesoamérica: Temas para la creación de capacidades y la reducción de la vulnerabilidad. Fundación Futuro Latinoamericano con apoyo de The International Development Research Centre (IDRC) y de Department for International Development (DFID-UK). pp 2- 39

- Alonzo, Y.; Ibrahim M.; Gómez, M.; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas* Vol . 8. pp 24 -27.
- Alonzo, Y.; Ibrahim, M.; Piedra, M. 2000. Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. *Tropical Agricultural Research and Higher Education Center, CATIE. Postgraduate Program.* pp 110.
- Anderson B.; Romani J.; Phillips H.; Wentzel M.; Tlabela K. 2007. Exploring environmental perceptions, behaviors and awareness: water and water pollution in South Africa. *Population and Environment.* 28: pp133–161.
- Andrade, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- Andrade, H. y Ibrahim M. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles?. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 N ° 39 – 40. pp 109-116.
- Andrade, H., Esquivel, H. y Ibrahim, M. 2008. Disponibilidad de forrajes en sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas en el trópico seco de Costa Rica. *Zootecnia Tropical* 26(3): pp 289-292.
- Arce, A. y Long, N. 1992. The dynamics of knowledge: Interfaces between bureaucrats and peasants. *Battlefields of Knowledge: the Interlocking of Theory and Practice in Social Research and Development.* London: Routledge pp. 211-247.
- Argel, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. *Proyecto de Forrajes Tropicales – CIAT. Prod. Anim.* 2006. Vol. 14 (2): 65-72.
- Argel, P. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito In *Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales.* Chiapas, MX, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 237 p
- Argel, P.; Miles, J. ; Guiot, J.; Lascano, C. 2002. Cultivar Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061) Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. *Centro Internacional de Agricultura Tropical.* pp 7- 8.

- Arias, K.; Ruiz, C.; Milla, M.; Mesaa, H.; Escobar, A. 2002. Almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* en sistemas agroforestales de Yaracuy, Venezuela. Instituto Universitario de Tecnología del Yaracuy, San Felipe, Venezuela. Livestock Research for Rural Development (13) 5.
- Arnell, N. 2004. Climate change and global water resources: SRES scenarios emissions and socioeconomic scenarios, Global Environmental Change, vol. 14.
- Atta-Krah, A.N. & Francis, P.A. 1987. The role of on-farm trials in the evaluation of composite technologies: The case of alley farming in Southern Nigeria. *Agricultural Systems*. 23:133
- Aquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 113 p.
- Bayla, J.; Balesdent, J.; Marol, C.; Zapata, F.; Teklehaimanot, Z.; Ouedraogo, S. J. 2006. Relative contribution of trees and crops to soil carbon content in a parkland system in Burkina Faso using variations in natural ¹³C abundance. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 76: 193-201.
- Banco Mundial, 2009. Building Resilient Communities: Risk Management and Response to Natural Disasters through Social Funds and Community-Driven Development Operations. Washington, D.C.: The World Bank, 2009. (on line) Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTSF/Resources/Building_Resilient_Communities_Complete.pdf.
- Barber J, Biddlecom A, Axinn W. 2003. Neighborhood social change and perceptions of environmental degradation. *Population and Environment*. 25(2):77–108.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E. y Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37-38): 80-87.
- Berkhout, F., Hertin, J. and Gann, D.M. 2004. Learning to adapt: Organizational adaptation to climate change impacts. Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 47
- Bernal, L. 2007. Efecto de las mezclas de las leguminosas *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argentea* y *Vigna unguiculara* esiladas y henificadas sobre los

parámetros de fermentación ruminal in vitro y producción de leche en bovinos. Tesis de Maestría Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical. 119 pp.

- Betancourt, K.; Ibrahim, M., Villanueva, C.; Vargas, B. 2005. Caracterización del manejo productivo de sistemas lecheros en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Livestock Research for Rural Development* 17 (7) 2005.
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 10(39–40):47–51.
- Betancourt, M.; Matus, M.; Carballo, D. Ruiz, C. 2005. Manejo de pastos 1. UNA. Managua. Nicaragua. 2005 171 pp
- Biasutti, M; Sobel, A.; Camargo, S.; Creyts, T. 2010. Projected Changes in the Physical Climate of the Gulf Coast and Caribbean. Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University. Department of Applied Physics and Applied Mathematics. Department of Earth and Environmental Sciences. 23 pp.
- Bord, R., Fisher, A., y O'Connor, R. 1998. "Public perceptions of global warming: United States and international perspectives". *Climate Research*, v.11, pp. 75-84.
- Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 48–50.
- Blandón, J. 2003. Manual de ganadería sostenible: Ganado bien alimentado. Ganancia Segura. Managua, Nicaragua. SIMAS. v.1, 56 p.
- Brouček, J.; Novák, P.; Vokřálová, J.; Šoch, M.; Kišac, P.; Uhrinčat', M. 2009. Effect of high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. Animal Production Research Centre Nitra, Slovak Republic. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic. ISSN 1337-9984. *Slovak J. Anim. Sci.*, 42, 2009 (4): 167 – 173
- 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 & 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.
- Camero, A. 1996. El desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Seminario Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles: Alternativa en la Ganadería. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseanza (CATIE). 15 p.
- Canziani, O; Díaz, S.; Calvo, E.; Campos, M.; Carcavallo, R.; Cerri, C.; Gay, C.; Mata, L.; Saizar, A. 2000. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad américa latina. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. 6 – 7 pp
- Cárdenas, G., Harvey, C., Ibrahim, M., Finegan, B. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en cañas Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10(39-40): 78-85.
- Cardona, C.; Murguetio, E.; Ramirez, N. 2009. Cambio climático: adaptación de la ganadería con sistemas silvopastoriles. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-CIPAV. 1-10pp.
- Casermeiro, J.; De Petre, A.; Spahn, E.; Valenti, R. 2001. Efectos del desmonte sobre la vegetación y el suelo. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol, 10 (2): 233-244.
- Casermeiro, J.; De Petre, A.; Spahn, E.; Valenti, R. Butus, M.; Díaz, E.; Duarte, O.; Chajud, A.; Rosales, E.; Montiel, J. 2008. Producción lechera en un sistema silvopastoril mejorado. Ciencia, Docencia y tecnología. Universidad Nacional de Entre Rios, Concepción del Uruguay. 215-255 pp
- CAWMA, 2007. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute. 624 pp.

- CENAGRO. 2001. Censo Nacional Agropecuario, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Censos y Estadísticas (INEC).
- Cevallos, A.; Cansing, P.; Vera, W.; Vargas, J.; Tuarez, J.; Vivas, R.; Montañez, O.; Zambrano, S. 2006. Uso de maní forrajero (*Arachis pintoi*) y caña de azúcar en la alimentación de terneras Sahiwal x Holstein. *Livestock Research for Rural Development* 18 (9) 2006
- Chang, C. 2010. Valoración económica del impacto del equino trabajador en las comunidades de Petén y Chimaltenango. Fundación Equinos para el Desarrollo (en línea). Consultado el 12 de marzo de 2011. Disponible en: http://esap.org.gt/wp-content/investigaciones/ESAP-valoracion_economica.pdf
- Chaparro G, L.A. 2004. Viabilidad financiera de sistemas agrosilvopastoriles multiestrata y agroforestales en fincas ganaderas convencionales del Departamento de Santander, Colombia. Tesis Mag.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 131p.
- Chará J., Baird, D., and Telfer T. 2004. Effects of land use on biotic and abiotic aspects of low-order streams of the Colombian Andes. *Bulletin of the North American Benthological Society* 21 (1).
- Chávez, P.; Ibrahim, M.; Gutierrez, I.; Navarro, G. 2009. Sostenibilidad del efecto del pago por servicios ambientales en sistemas silvopastoriles de esparza, costa rica. *Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental*. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. pp 164.
- CEPAL y DFID. 2009. La economía del cambio climático en Centroamérica. Informe de factibilidad. CEPAL y Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido. 127 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2010. Ganado, Cambio Climático y Brachiaria. *Agricultura Eco-Eficiente para Reducir la Pobreza*. Consultado el 3 de enero de 2011. (On line). Disponible en http://www.ciat.cgiar.org/Newsroom/Documents/brief12_livestock.pdf
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) (2007), “Climate change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries” Consultado el 4 de enero de 2011. (en línea). Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>.

- Colon, A.; Benjamin, T.; Aguilar, M. Piniero, M.; Pezo, D. 2005. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. *Magister Scientiae en Agroforestería Tropical*. 42- 43 p.
- Conde C. y Saldaña S. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23 (2): 23 – 30.
- Couto, L., Roath, R.L., Betters, D.R., García, R., Almeida, J.C.C. 1994. Cattle and sheep in eucalypt plantations: a silvipastoral alternative in Minas Gerais, Brazil. *Agroforestry Systems*. 28:173-185.
- Dagang, A. B. K. and Nair, P. K. R. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 59:149-155.
- Daniel O., Couto L. 1998. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con eucalipto en Brasil. Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Consultado el 10 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Agrofor1/daniel21.htm>
- De Petre, A.; Casermeiro, J.; Montiel, M.; Spahn, E. 2001. Captura de sustancias húmicas por los componentes del complejo textural de suelos con procesos verticos influenciados por la cobertura forestal. *CLASS 2004. XVI Congreso latinoamericano y XII Congreso Colombiano de la ciencia del suelo*. Cartagena de Indias. 143 pp.
- DeClerck F. y Decker M. 2009, Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en américa central. *Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. Integrando la adaptabilidad al cambio climático a través de la biodiversidad*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 23 – 43 pp.
- Downing, T., and A. Patwardhan. (2005). *Assessing Vulnerability for Climate Adaptation*. Technical Paper No. 3. In: *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. Developing Strategies, Policies and Measures*. United Nations Development Programme, Global Environment Facility. New York: Cambridge University Press, pp. 67-89.

- Ebbesvik, M., Loes, A.K., 1994. Organic dairy production in IFOAM. International Federation of the Organic Agriculture-Norway – feeding, health, fodder production nutrient balance al Movement: Basic Standards For Organic Agriculture and economy – results from the '30-farm-project: 1989–1992. Food Processing, 10th Edition. SO´ L, Bad (Eds.), Converting To Organic Johnson. Validation of methods for asses- Agriculture. Scandinavian Association of Agricultural Scien- sing animal welfare at herd level. In: KTBL: Regulation oftists Rapport, Vol. 93, pp. 35–42.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Eldridge, SM. 2003. Sugar soils: A guide to Characterizing Australian Sugarcane Soils. ISBN - 187667931 X. CRC for Sustainable Sugar Production, Townsville. 169pp.
- Espinoza, F.; Argenti, P.; Carrillo, C.; Araque, C.; Torres, A.; Valle, A. 2006. Uso estratégico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en novillas mestizas gestantes. Zootecnia Tropical 24(2):95-107. 2006
- Esquivel H., M. Ibrahim, C. Harvey, C. Villanueva, T. Benjamín y F. Sinclair. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas de un ecosistema seco de Costa Rica. Agrofor. Amer., 10(39-40): 24-29.
- Esquivel, M.; Calle, Z. 2002. Arboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. Agroforestería en las Américas. 2002. pp 43 a 46
- Estrada, R y Holmann, F. 2008. Competitividad de los Pequeños Productores de Leche frente a los Tratados de Libre Comercio en Nicaragua, Costa Rica y Colombia. Centro Internacional d Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI). Cali, Colombia. 70p. (Documento de Trabajo no. 207).
- Fajardo, D.; Johnston, R.; Neira, L.; Chará, J.; Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. Recursos Naturales y Ambiente/no. 58: 9-16. pp 1- 8
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). 2007. Roma, Italia. Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. Grupo de trabajo interdepartamental de la FAO sobre el cambio climático. FAO, Rome.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006 Las repercusiones del ganado en el medio ambiente. El desafío estriba en reconciliar dos demandas: la de productos animales y la de servicios ambientales (en línea). Consultado el 2 de junio de 2009. Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2009. Cambio Climático. Ganadería. FAO, Rome.
- FAOSTAT, 2009. Precios al productor y Producción de leche y carne. Statistics Division FAO. Rome, Italy.
- Faría.J.R.; B. González; J. Faría Mármod; D.morillo J. 1999. Communications in Soils Science and Plant Analysis. XXX, 2259-2266.
- Fassola, H.; Lacorte, S.; Esquivel, J.; Colcomber, L.; Moscovich, F., Crechi, E.; Pachas, N.; Keller, A. 2005. Sistemas silvopastoriles en misiones y en corrientes y su entorno de negocios. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (en línea). Consultado el 14 de febrero de 2011. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/sistsilvopastoril.PDF>
- Fernández, K.; Landaluce, M.; Modroño, J. ACM y statis dual. 2003. Dos métodos complementarios para el análisis de tablas cualitativas. Dpto. Economía Aplicada. Econometría y Estadística. Universidad del País Vasco. Dpto. Economía Aplicada, Universidad de Burgos. 21 pp http://www.eticayempresa.com/congreso/02_2_1.pdf
- Fernandez, M.; Gyenge, J.; Schilchter, 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.
- Flores, F.; Rojas, F. 2006. Efecto de diferentes densidades de siembra y alturas de corte sobre la producción de biomasa y composición química de *Cratylia argentea*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua.
- Fosu-Mensah, B.; G. Vlek, P.; Manschadi, A. 2010. Farmers Perception and Adaptation to Climate Change; A Case Study of Sekyedumase District in Ghana. World Food System. A Contribution from Europe. Center for Development Research (ZEF), University of Bonn, Germany. Tropentag, Zurich. 6 pp

- Frangi, J. and Lugo, A. 1985. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain forest. *Ecological Monographs* 55:351-369.
- Fujisaka, S.; Holmann, F.; Peters, M.; Schmidt, A.; White, D.; Burgos, C.; Ordoñez, J.; Mena, M.; Posas, M.; Cruz, H.; Davis, C.; Hincapié, B. 2003. Estrategias para Minimizar la Escasez de Forrajes en Zonas con Sequías Prolongadas en Honduras y Nicaragua. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 1-29 pp
- García, O.; Durán, E.; Solano, O.; Ramírez, C. 2007. Caracterización y plan acción para el desarrollo de la agrocadena de Ganado Bovino en la región Huetar Norte. Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección. 65 pp.
- GEF (Global Environment Facility); AIACC (Assessment of Impacts and Adaptations to Climate Change). 2004. It's raining, it's pouring, it's time to be adapting: report of the second AIACC regional workshop for Latin America and the Caribbean. Washington, DC, USA. 61 pp
- Giraldo, A.; Zapata, M.; Montoya, E. 2007. Captura de carbono en silvopastoreo en clima frío de Antioquia (Colombia) y su potencial de venta en el mercado mundial. Departamento de Producción Animal. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Rev Col Cienc Pec* 2007; 20:4
- Giraldo, G. 2003. Barreras vivas. Proyecto Comunidades y Cuencas. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. pp 7
- Gitay, H.; Suárez, A.; Watson, R.; Dokken, D. 2002. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. Grupo Intergovernmental de Expertos sobre el Cambio Climático. 6 – 7 pp
- Gnanadesikan, R. *Methods for Statistical Data Analysis of Multivariate Observations*. A Wiley - Interscience Publication, John Wiley&Sons, Inc. 1997
- 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.
- Gómez, M. y Ramirez, O. 1998. Metodología para el análisis financiero de concesiones forestales en la reserva de la biosfera Maya, Guatemala. Colección de Manejo

Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya Peten, Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 57 pp.

- Gutiérrez, M.; Espinosa, T. 2010. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo. Unidad de Energía Sostenible y Cambio Climático, Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente. Notas Técnicas. IDB-TN-144. 84 pp
- Harmeling, S. 2009. Global climate risk index 2011 Who Suffers Most from Extreme Weather Events? weather-related loss events in 2009 and 1990 to 2009. German watch. Munich. Briefing paper. 26 pp.
- Harvey, C. and Haber W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems*, 44 : 37 – 68.
- Harvey, C., Haber W.A., Mejías F. and Solano R. 1998. Remnant trees in Costa Rican pastures. Tools for conservation? *Agroforestry Trees*, July-September. pp. 7-9
- Harvey, C.A., C. Villanueva; M. Ibrahim; R. Gomez; M. Lopez.; S. Kunth y F. L. Sinclair. 2005c. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. EN C.A. Harvey y J.C, Sáenz, editores. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. EUNA, Heredia, Costa Rica.
- Hassan, R. M. 1996. Planting strategies of maize farmers in Kenya: a simultaneous equations analysis in the presence of discrete dependent variables. *Agricultural Economics*. 15: 137 – 149.
- Hernández, I.; Babbar, L. 2001. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. *Pastos y Forrajes*. 24 (4):281
- Hernandez, M y Andrade, H. 2006. Sistemas silvopastoriles, una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la amazonia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria. Santafé de Bogota. 21 pp (on line) Consultado el 2 de febrero de 2011. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112717650_Sistema%20silvopastoril%20manejo%20sostenible%20ganaderia.pdf

- Holguin, V.; Ibrahim, M. 2005. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. pp 24.
- Holguin, V.; Ibrahim, M.; Mora, J.; Rojas, A. 2003. Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región pacifico central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* V. 10 (39-40): 40-46.
- Holmann F., Rivas, L.; Argel P. y Pérez, E. 2004. Impact of the adoption of *Brachiaria* grasses: Central America and Mexico. *Livest. Res. Rural Devel.* (en línea). Consultado el 10 de diciembre de 2010. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2603/pdf/andrade_h.pdf
- 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.
- Holmann, F; Rivas, L; Argel, P; Pérez, E. 2004. Impacto de la adopción de pastos *Brachiaria*: Centroamérica y México. Cali, Colombia, CIAT. 32 p.
- Horngren, Ch.; Datar, S.; Foster, G. 2007. Contabilidad de Costos. Un enfoque gerencial. México. Decimosegunda edición. ISBN: 978-970-26-0761-8. Editorial Pearson Prentice Hall. pp 996.
- Huq, S.; Rahman, A.; Kanota, M.; Sokana, Y.; Reid, H. 2003. Mainstreaming Adaptation to climate change en least developed countries (LDCS). International Institute for Environment and Development, Londres.
- Ibrahim, 2003. Sistemas silvopastoriles. Definición y clasificación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Diapositivas). Turrialba, CR. 38 diapositivas.
- Ibrahim, M. y Harvey, C. 2003. Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ambientales. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):4-5.
- Ibrahim, M.; Franco, M.; Pezo, D.; Camero, A.; y Araya, J. L. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics. *Agrof. Syst.* 51(2):167 - 175.

- Ibrahim, M.; Gobbi, J.; Casasola, F.; Murgueitio, E.; Ramirez, E. 2005. Enfoque silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Proyecto CATIE, CIPAV y NITLAPAN. pp 189.
- Ibrahim, M; Camero, A; Jair, H; Camargo, JC. 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. Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas N° 45 2007. 27-36 pp.
- 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.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en centro américa. XX Reunión ALPA, XXX APPA-CUSCO-Perú. pp 15.
- IPCC, 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.G. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, y C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 881 págs.
- IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- IPCC. 2007. IPCC 4th Assessment Report - Climate Change 2007. Working Group II on "Impacts, Adaptation and Vulnerability" (on line) Consultado el 3 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.ipcc-wg2.org>

- _____; 2007. *Adaptation to Climate Change in Agriculture, Forestry and Fisheries: Perspectives, Framework and Priorities*. Interdepartmental Working Group on Climate Change. FAO, Rome.
- _____; 2001b: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [McCarthy, J.J., O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, y K.S. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos, 1031 págs.
- IPCC-WGI 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. 23 pp.
- Jackson, J. and Ash, A. 1998. Tree-grass relationships in open eucalypt woodlands of northern Australian: influence of trees on pasture productivity, forage quality and species distribution. *Agroforestry Systems* 40:159–176.
- Jansen, H; Nieuwenhuyse, A; Ibrahim, M; Abarca. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas, comparada con sistemas tradicionales de alimentación en la zona atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 4(15):9-13.
- Krugman, P.; Wells, R. 2007. *Microeconomía. Introducción a la Economía*. Facultad de ciencias económicas de la Universidad Complutense de Madrid. Editorial Reverté. Barcelona España. ISBN 978-84-291-2631-0. pp 537.
- Kursten E., Burschel, P. 1993. CO₂- Mitigation by Agroforestry. *Water, Air and Soil Pollution* 70: 533-544
- Landaverde López, Reinaldo Adalberto. 2002. El bagazo de la caña de azúcar como sustituto de la leña. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Recursos naturales y Medio Ambiente. En *Revista laderas*, Noviembre 2002. El Salvador.
- Lang, I., Lorraine, H.L.G., Harvey, C., Sinclair, F.L. 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas del Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40): 86-92.

- Lascano C.; Plazas. C. 2003. Utilidad de la leguminosa semiarbustiva *Cratylia argentea* en sistemas de ganado doble propósito del piedemonte llanero: Validación y difusión. Proyecto CIAT-Pronatta, Centro internacional de agricultura tropical.
- Leeuwen van, A.C.J.; Hofstede, A.M. 1995. Forest, Trees and Farming in the Atlantic Zone of Costa Rica. Guápiles, C.R.: CATIE. (Serie Técnica. Informe Técnico/ CATIE; # 257).
- Leiserowitz, A. 2005. American Risk Perceptions: Is Climate Change Dangerous? Risk Analysis 25, nro. 6.
- Lemmen, D.; y Warren, F. 2004. (Eds.) Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective. Natural Resources Canada, Queen, Canada, 201 pp.
- Lemus, J.; Ibrahim, M.; Nienwenhuyse, A. Villanueva, C.; Casasola, F. 2008. Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical.
- Lennox, J.; Bárcena, A.; Prado, A.; Beteta, H.; Samaniego, J. 2010. La economía del cambio climático en Centroamérica síntesis 2010. Naciones unidas. Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (DFID), Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 145 pp
- Lim, B., Spanger-Siegried, E., Burton, I., Malone, E., Huq, Sa. 2005. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. PNUD, GEF. 274 pp.
- Llenderal, T. 2000. Sistemas silvopastoriles. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Colegio de Postgraduados. pp 8
- Lobo, M. Hidalgo, C.; Gonzales, J. Jiménez, C. 2002. C. *Argentea* cultivar: Una leguminosa arbustiva para a ganadería del trópico de América Latina. Boletín de Divulgación Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); Escuela Centroamericana de ganadería (ECAG), Universidad de Costa Rica y Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), San José, Costa Rica. 20 pp.
- Lobo, M. y V. Acuña. 2001. Efecto de la suplementación con *Cratylia argentea* cv. Veraniega fresca y ensilada sobre la producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En: Sistemas de Alimentación con

Leguminosas para Intensificar Fincas Lecheras: un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropileche. F. Holmann y C. Lascano (eds.). CIAT/ILRI, Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 184. p. 39-41.

- Lobo, M.; Acuña, R. 2000. Efecto de la edad de rebrote y altura de corte sobre la productividad de *C. argentea* Veraniega en el trópico subhúmedo de Costa Rica. En F. Holman y C.E.Lascano, eds. *Sistemas de Alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras*. CIAT. 61 pp.
- López, A., Schlönvoight, A., Ibrahim, M., Kleinn, C; Kanninen, M. 1999. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 51-53.
- López, F.; Gómez, R.; Harvey, C.; López, M.; Sinclair, F. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. *Avances de Investigación. Agroforestería en las Américas* N ° 45 2007. Pp 93-100
- Loring, J.; Galán, F.; Montero, T. 2004. *Le gestión financiera*. ISBN 84-234-2143-0 pp 526
- Lykke, A. M. 2000. Local perceptions of vegeacion change and priorities for conservation of woodysavana vegetation in Senegal. *Journal of Enviromental Management* 59: 107120
- Lucero, C. 2000. Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. En: *Compilación de las memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles*. Bogotá.
- Magaña, J.; Ríos, G.; Martínez, J. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2006. Vol. 14 (3): 105-114 105 pp.
- 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*, M.L. Parry,

O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 581-615.

- Malagnoux, M.; Sène, E. y Atzmon, N. 2007. Bosques, árboles y agua en las tierras áridas: un equilibrio delicado. Departamento de Montes. (on line) Consultado el 23 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a1598s/a1598s06.htm>
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales) 2007. Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de los sistemas recursos hídricos y agricultura en la cuenca, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Managua. Nicaragua. 41 pp.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales) 2001. Primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Managua. Marzo 127 p
- Marín, Y.; Fernández, M.; Ramírez, E.; Barzev, R. 2006. El pago de servicios ambientales como instrumento de gestión ambiental para el abastecimiento sostenible de agua potable a la ciudad de Río Blanco, Nicaragua. 22 pp
- Marlats, R.; Denegri, O.; Ansín, E.; Lanfranco. J. 1995. Sistemas silvopastoriles: estimación de beneficios directos comparados con monoculturas en la pampa ondulada, Argentina. *Agroforestería en las Américas*, 2(8):20-25.
- Martínez, J. 2003. Conocimiento local de productores sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del Río Bul Bul en Matiguas, Nicaragua. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba, CR. 158p.
- McManusa, C.; Prescott, E.; Paludoa, G.; Bianchinia, E.; Louvandinia, H.; and A.S. Marianteb. 2009. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Science*. Volume 120, Issue 3, February 2009, Pages 256-264.
- 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. 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.
- Montenegro, J.; De la Cruz, R.; Ulloa, O.; Breve, M. 2006. Efecto de tres sistemas de labranza en la calidad de los suelos y el desarrollo de tres sistemas de cultivo, tercer ciclo de observación. (on line) Consultado el 12 de enero de 2011. Disponible en: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/57-06.pdf>
- Moreno, H. y Vélez, S. 1993. Principios de Agrosilvicultura. En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente. No. 8. pp. 43-57.
- Montserrat, P; Fillat, F, 2004, Pastos y ganadería extensiva. Evolución reciente de la ganadería extensiva española y perspectivas. En Pastos y Ganadería Extensiva.9-17. Ed. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Salamanca (España).
- Montagnini, F. 1992 Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones. 2ª. ed. San José de Costa Rica: Organización para estudios tropicales. 622 pp.
- Moutinho, P. Schwartzman, S. 2005. Tropical Deforestation and Climate Change. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia; Washington DC - USA : Environmental Defense. 132 pp
- Muñoz, D. 2004. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Tesis Mag Sc. CATIE, Turrialba, CR. 206p.
- Murgueitio, E.; Naranjo, J.; Cuartas, C.; Molina, C.; Lalinde, F. 2008. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) una herramienta de desarrollo rural sustentable con adaptación al cambio climático en regiones tropicales de américa. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Animal. CIPAV. 16 pp.
- 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.

- Nyberg G. and Hogberg, P. 1995. Effects of young agroforestry trees on soils in on-farm situations in western Kenya. *Agroforestry Systems* 32: 45-52.
- O'Brian, K.L., R.M. Leichenko. 2000. Double Exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. *Global Environ. Change*. Elsevier Science. 10: 221- 232.
- Ojeda, P.; Restrepo, J.; Villada, D.; Gallego, J. 2003. *Sistemas Silvopastoriles. Una Opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería*. Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 54 pp
- Pachauri, R.K., B. Jallow. 2007. *Climate Change (2007): The Physical Science Basis*. Working Group I Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report. Presentation. Nairobi, 6 February 200.
- Pagiola, S.; Ramírez, E.; Gobbi, J.; Haana, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E. Ruíz, J. 2007. Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological economics* 64 (2007) 374 – 385
- Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof y Coautores 2007: *Resumen Técnico. Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido
- Pérez J.; Cherrington, E.; Anderson, E.; Morán, M.; Flores, A.; Trejos, N.; Sempris, E. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América central. La experiencia de la adaptación al cambio climático en la región de Mesoamérica. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. 3-21 pp
- Pérez, E. Holmann, F. Schuetz, P. Fajardo, E. 2006. *Evolución de la ganadería bovina en países de América Central: Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. CIAT. Cali, Colombia. 46 p.
- Pérez, E.; Benjamin, T. Gobbi, J.; Casanoves, F. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica en productores ganaderos de Copán, Honduras. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Magister Scientiae en Agroforestería Tropical*. pp115

- Pérez, M.; Sotelo, M.; Ramírez, F.; Ramírez, I.; López, A.; Siria, I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas* 15 (3): 125-141. pp 1-17
- Pérez, R.; Conrado, Ch.; Medina, A.; Arroliga, O.; Díaz, F.; Herrera, H.; Castillo, E.; Palma, L.; López, F.; Garcia, J. A.; Garcia, J.; 2008. Plan de manejo de la reserva natural “cerro musun”. *Performance in Organic and Conventional Dairy Husbandry*. *J. Dairy Sci.* 82, 2605-2610.
- Peters, M.; Horacio, L.; Schmidt, A.; Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósitos: opciones para producciones de Centroamérica. *Ciat.* pp 22-23.
- Pezo, D. e Ibrahim M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No. 2. Proyecto Agroforestal CATIE/ GTZ. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 258 p.
- Pizarro, E. 2005. Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano. Universidad Federal de Paraná-UFPR. Seminario pasto y forrajes. pp 5-20.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), GEO América Latina y el Caribe: perspectivas del medio ambiente, 2007, México, D.F.
- Pomareda G, E. 2008. Biodiversidad y producción ganadera en fincas bajo sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Heredia, CR, Universidad Nacional. p 121.
- Pomareda. C. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América central. *Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. Políticas públicas para la adaptación a la variabilidad del clima y al cambio climático.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Claudia J. Sepúlveda L. y Muhammad Ibrahim. 147 – 168 pp.
- Rahman A. 2000. Development of an Integrated Traditional and Scientific Knowledge Base: A Mechanism for Accessing, Benefit-Sharing and Documenting Traditional Knowledge for Sustainable Socio-Economic Development and Poverty Alleviation. University of Waterloo, Canada. 15 pp

- Ramirez, D.; Ordaz, J.; Mora, J.; Acosta, A. Nicaragua: Efectos del cambio climático sobre la agricultura. (en línea). Consultado el 10 de diciembre de 2010. Disponible en http://smye.info/gia-mexico/wp-content/uploads/2010/07/VF_Nic_rep_L-01.pdf
- Ramirez, B.; Ramirez, H.; Suarez, J. 2009. Captura de Carbono y desarrollo radicular de sistemas de uso del suelo en la Amazonia Colombiana. Universidad de la Amazonia. Florencia, Universidad del Valle. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Livestock Research for Rural Development, Volume 21, Number 6, June 2009
- Ramirez, D.; Ordaz, J.; Mora, J.; Acosta, A.; Serna, B. 2009. Istmo centroamericano: efectos del cambio climático sobre la agricultura. Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Sede Subregional en México. 27 pp.
- Randel, R. 2000. Evaluación de sistemas de producción de leche y carne en Nicaragua. Proyecto de Upanic para ayudar a los pequeños ganaderos afectados por el huracán Mitch. Agriculture Reconstruction Assistance Program. United States Agency for International Development Managua, Nicaragua. pp 7.
- Reksen, O., Tverdal, A., Ropstad, E. 1999. A comparative study of reproductive performance in organic and conventional dairy husbandry. *J. Dairy Sci.* 82: 2605-2610.
- Retana, J. y Rosales, R. 2000. Efecto de la variabilidad climática en la Región Chorotega sobre la producción bovina de carne en Costa Rica. *Gestión de Desarrollo, Instituto Meteorológico Nacional. Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Top. Meteor. Oceanog.*, 7(1):1-20
- Reyes, N.; Pasquier, F.; Rojas, M. 2009. Efecto de densidades de siembra y alturas de corte sobre la producción de biomasa y composición química de *Cratylia argentea*. Universidad Nacional Agraria. 11-12 pp.
- 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. (on line) Consultado el 12 de febrero de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/AGROF99/Ribaski.htm>
- Riesco A y Seré, 2002. Análisis económico de resultados de las pruebas de pastoreo. Programa de Pastos Tropicales, CIAT, Cali, Colombia. 202 – 232 pp.

- Ríos, N.; Andrade, H.; Ibrahim, M. 2008. Evaluación de la recarga hídrica en sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Universidad del Tolima, Fac. Ingeniería Agronómica. Ibagué, Colombia. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 183-186.
- Ríos, N; Cárdenas, A.; Andrade, H.; Ibrahim, M.; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B.; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Avances de Investigación* 66. *Agroforestería en las Américas* N ° 452007. pp 66 -71
- Rivas, L y Holmann F. 2004. Impacto de la Adopción de Híbridos de *Brachiarias* Resistentes al Salivazo Colombia, México y Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. International Livestock Research Institute. 32 pp.
- Rugnitz, T. 2004. Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua. Thesis Mag sc, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 119
- Ruiz A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguas, (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica, 106 p.
- Ruiz, T. y Febles G 1998. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el instituto de Ciencia animal de Cuba En: Conferencia electrónica Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica (Abr-Sep 1998). Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, Roma. (on line) Consultado el 8 de diciembre de 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/ICA19.htm>
- Russo, R. 2009. Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth. Unidad de carbono neutro. pp 17
- Sánchez, J. 2006. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. XI seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal.
- Sanchez, J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto, Venezuela. pp 5.

- Sánchez, L.; Gobbi, J.; Villanueva, C; Andrade, H.; Rojas, J. 2009. Labor demand and profitability of fodder banks in Esparza, Costa Rica. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, AA 546. 21 – 22 p.
- Sánchez, S.; Ramirez y Avilés, L.; Castro, S.; Shelton, M. 2009. Nuevos retos de la investigación en sistemas silvopastoriles. II Congreso sobre sistemas silvopastoriles intensivos Universidad Autónoma de Yucatán, México. Universidad de Queensland, Australia, Instituto de Ciencias de suelo, agrícolas. Brisbane, Australia. 5 pp
- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. – 2004- “Preparación y Evaluación de Proyectos” –Best Sellers Internacionales – McGraw-Hill Interamericana. México. Cuarta Edición. Pp. 293-398, 439.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J., 1991. The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? In: Saunders, D.A, Hobbs, R.J. (Eds.), The Role of Corridors. Beaty & Sons, Surrey.
- Schipper, E.; Paz, M.; McKenzie, M. 2008. Adaptación al cambio climático: el nuevo desafío para el desarrollo en el mundo en desarrollo. An Environment & Energy Group Publication. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Pp 2-21.
- Scheelje, J.; Ibrahim, M. Pomareda, C.; Deflefsen, G.; Sepulverda, C. 2009 Incidencia de la Legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de costa rica. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. 28 – 32 p.
- Seo, S. Mendelsohn, R. 2006. The impact of climate change on livestock management in Africa: A structural ricardian analysis. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA). pp 48.
- Sheen R. y Riesco, A. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). Rev Inv Vet Perú 2002; 13(1): 25-31
- Solomon, S., D. Qin, M. Manning, R.B. Alley, T. Berntsen, N.L. Bindoff, Z. Chen, A. Chidthaisong, J.M. Gregory, G.C. Hegerl, M. Heimann, B. Hewitson, B.J. Hoskins, F. Joos, J. Jouzel, V. Kattsov, U. Lohmann, T. Matsuno, M. Molina, N. Nicholls, J. Overpeck, G. Raga, V. Ramaswamy, J. Ren, M. Rusticucci, R. Somerville, T.F. Stocker, P. Whetton, R.A. Wood and D. Wratt, 2007: Resumen Técnico. En: Cambios Climáticos 2007: Base Física de la Ciencia. Aportes del Grupo de Trabajo I

- al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos [Solomon, S., D. H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos.
- Solorio, F.; Bacab, H.; Castillo, J.; Ramirez, L.; Casanova, F. 2008. Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. Universidad Autónoma de Yucatán. *Ciencia Biológicas y Agropecuarias*. II. Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. pp 10.
- Sosa, J.; Cortés, I.; Beltrán, J.; Cortés, I.; Cabrera, P.; Argueta, R.; Conrado, A.; Galeas, W.; Flores, G. 2005. Alternativas Nutricionales para Época Seca (ANES). Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) en Honduras. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Pp 4-5
- Soto, R.; Lamela, L.; Sánchez, C. 2008. Producción de leche con una asociación de árboles Forrajeros y CT-115 bajo condiciones de riego. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Tesis en opción al título de Master en Pastos y forrajes. 74 pp.
- Sousa, L.; Martins, R.; Moreira, M.; Gonçalves, L.; Borges, I. 2010. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, 2006, Volume 66, Number 2, Pages 85-92
- Souza de Abreu, M.; Ibrahim, M.; Manigc, W. 2003. Contributions of trees dispersed in pastures to livestock farms in Costa Rica. Conference on International Agricultural Research for Development. Göttingen, Germany. pp 5.
- Souza de Abreu, M., Ibrahim M., Harvey C. and Jiménez F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 7 (26): 53 – 56
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V; Rosales, M.; Haan, C. 2009. La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. LEAD-FAO. Viale delle Terme di Caracalla 00153 Roma, Italia. 141-242 pp

- Stern, N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Stokes, K. 2001. *Farmers' knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica*. MSc Thesis. University of Wales, Bangor.
- Suárez, J.; Ibrahim, M.; Vargas, E.; Sepulveda, C.; Villanueva, C. 2009. Análisis de rentabilidad en los sistemas tradicionales de producción y la incorporación de los sistemas silvopastoriles en fincas de doble propósito, Matagalpa – Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. pp 44.
- Sundrum, A. 2000. *Organic livestock farming: A critical review*. Department of Animal Nutrition and Animal Health, University of Kassel, Germany. *Livestock Production Science*. Volume 67, Issue 3. pp 207-215.
- Sundrum, A. 2001. *Organic livestock farming a critical review*. *Livestock Production Science*. 67 (3): 207-215.
- Taylor, M.; Campbell, J.; Stephenson, T.; Whyte, F.; Watson, R.; Centella, A.; Borrajero, I.; Bezanilla, A.; Rivero, R.; Charlery, J. 2007. *Glimpses of the future. A briefing from the précis Caribbean climate change project*. Insmet, Uwi, Cccc. Department of physics, University of west indies Kingston 7. Jamaica. 26 pp
- The Nature Conservancy. *Climate Change: What we Do. Why reducing deforestation is crucial*. (on line) Consultado el 12 de diciembre de 2010. Disponible en: <http://www.nature.org/initiatives/climatechange/strategies/art13747.html>
- Torres, J. 2006. *Uso de caña de azúcar como parte de la ración para engorde de ganado bovino, estabulado y semiestabulado*. XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA) y XVI Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), pp 4.
- Torres, J. 2007. *Validación de la gramínea forrajera brachiaria brizantha ciat 26110 en diferentes ambientes de Matagalpa y Jinotega, Nicaragua*. Centro Experimental del Valle de Sébaco (CEVAS, /INTA Centro Norte., Matagalpa, Nicaragua. 110 pp.
- Trujillo 2000. *Silvopastoreo: Árboles y Ganado, Una Alternativa Productiva*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. Manual de Agroforestería. Revista 'Sig Pafc'. No 15 año 8. IGAC. 3-5 pp.

- Turcios Samoya, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 125 p.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) 2008. Climate change: Impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries. New York. USA. 68 pp
- Urbina J. y Martínez J. 2006. Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio climático ambiental global. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Universidad nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). 215 pp
- Urdaneta, J. 2005. “La caña de azúcar”: una opción para el ganadero. Manual de Ganadería de Doble Propósito. Estado Yaracuy, Venezuela. INIA. Ediciones Astro Data, S.A.231-235 p.
- Urdaneta, J.; Borges, J. 2008. Evaluación de 10 cultivares experimentales de caña de azúcar (*Saccharum sinensis*) con fines forrajeros bajo dos frecuencias de cortes. I. Valor nutricional. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVIII, Suplemento 1, Septiembre 2008, pp 494.
- Vaccaro, L., R. Vaccaro., O. Verde; H. Mejías and E. Romero. 1993. Harmonizing type and environmental level in dual purpose cattle herds in Latin American. World Animal Review. 77:15-20.
- Valles, B. 2002. Producción de leche con leguminosas tropicales. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), FMVZ-UNAM. pp 10.
- Valtorta, S.; Leva, P.;Gallardo, M.; Fornasero, L. Veles, M.; Garcia, M. 1997. Producción de leche: respuestas a la alta temperatura. Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad Nacional de Litoral. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl.1): pp 3
- Vargas, A. 2007. Cambio climático, agua y agricultura. Perspectivas. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible-IICA. Edición N° 1, II Etapa. 15-16pp

- Velásquez, R.A. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 77 p.
- Villacis, J. 2008. Contribución de los Árboles disperses en potreros a los sistemas de producción ganadera en Río Río, Costa Rica. (en línea) Consultado el 31 de Diciembre de 2010. <http://www.agroforesteriaecologica.com/index.php?section=17>
- Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Casasola, F.; Ríos, N.; Sepúlveda, C. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Claudia J. Sepúlveda L. y Muhammad Ibrahim. 103 – 125 pp
- Villanueva, C.Tobar, D. Ibrahim, M. Casasola, F. Barrantes, J. Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas. CATIE. no. 45 p. 12-20.
- Villanueva, C.Tobar, D. Ibrahim, M. Casasola, F. Barrantes, J. Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (CATIE). no. 45 p. 12-20.
- Villarreal, M.; Villalobos, E.; Rodriguez, C.; Ducca, E.; Alfaro. O. 2010. Ratana (*Ischaemum indicum*, Houtt; sin. *I. Ciliere*, Retz) response to intensive management under different nitrogen fertilization rates in the Humid Tropics. International Sustainable Animal Production in the Tropics: Farming in a Changing World 2010. Advances in Animal Biosciences. Cambridge Journal.
- Wright, B. 2002. Benefits for Pastures and Livestock. (on line) Consultado el 2 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/horses/facts/pastures-trees.htm#top>
- Zapata P.; Ibrahim, M.; Beer, J.; De Clerck, F. Rusch, G. 2010. Efecto del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), carao (*Cassia grandis*) y roble (*Tabebuia rosea*) sobre la productividad primaria neta aérea y composición florística de pasturas naturales en Muy Muy y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc en Agroforestería Tropical. Turrialba, CR, CATIE. 65 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza multivariado de las pasturas naturales, mejoradas y de corte en las épocas secas y lluviosa, con la Prueba Hotelling y un Alfa=0,05

tipo de sistema	Época	King Grass Morado	King Grass Verde	Madero Negro	Cratilia	Caña japonesa	Caña de azúcar	Retana	Gramma	Toledo	Marandú	n
Sistema Silvopastoril	Época seca	0,862315	-0,000456	0,85896	0,88789	0,82861	-0,5706	0,28	-0,391	0,159	0,11924	7 A
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	1,086577	0,517762	1,08957	1,06966	1,11637	0,1692	1,069	-0,437	0,827	1,2043	7 B
Sistemas convencional	Época seca	-0,97445	-0,844118	-0,9743	-0,9788	-0,97249	-0,2809	-0,84	0,278	-0,605	-0,7286	7 C
Sistemas convencional	Época lluviosa	-0,97445	0,326812	-0,9743	-0,9788	-0,97249	0,68229	-0,51	0,549	-0,381	-0,5949	7 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Anexo 2. Comparación de Modelos Alternos

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Curva S	-0,7886	62,19%
Doble Inverso	0,7842	61,49%
Multiplicativa	0,7795	60,76%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	-0,7774	60,44%
Inversa-Y Log-X	-0,7762	60,25%
Estadístico Durbin-Watson= 1,28085 (P=0,0530)		

Anexo 3. Tabla de contingencia con los porcentajes de preferencia de los pastos mejorados en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua, 2010.

Variable PC	G1 (Sin SSP) (n=7)		G2 (Con SSP) (n=7)		Estadístico		Coef. Conting Cramer
	Si	No	Si	No	Chi Cuadrado MV-G2 valor	p	
Brachiaria brizantha cv Toledo	28,57	71,43	71,43	28,57	2,66	0,1031	0,3
Brachiaria brizantha cv Marandú	57,14	42,86	100,0	0	4,99	0,0255	0,37

Anexo 4. Matriz de covarianza. Test LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1546,60202

tipo de sistema	Época	Medias	n	E.E.
Sistemas convencional	Época seca	9205,27	7	529,88 A
Sistema Silvopastoril	Época seca	10521,2	7	529,88 A B
Sistemas convencional	Época lluviosa	11031,66	7	529,88 B
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	11329,5	7	529,88 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Anexo 5. Matriz de covarianza de cañas de azúcar y japonesa. Prueba Hotelling Alfa=0,05

tipo de sistema	Época	EST_caña japonesa	EST_caña de azúcar	n
Sistema Silvopastoril	Época seca	0,83	-0,57	7 A
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	1,12	0,17	7 B
Sistemas convencional	Época seca	-0,97	-0,28	7 C
Sistemas convencional	Época lluviosa	-0,97	0,68	7 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Anexo 6. Pastos de corte Prueba Hotelling Alfa=0,05 Matriz de covarianzas común gl: 24

tipo de sistema	Época	EST_caña japonesa	EST_caña de azúcar	EST_KingG rassMorado	EST_KingG rassVerde	EST_Madero Negro	EST_Cratilla	n
Sistema Silvopastoril	Época seca	0,83	-0,57	0,86	-0	0,86	0,89	7 A
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	1,12	0,17	1,09	0,52	1,09	1,07	7 B
Sistemas convencional	Época seca	-0,97	-0,28	-0,97	-0,84	-0,97	-0,98	7 C
Sistemas convencional	Época lluviosa	-0,97	0,68	-0,97	0,33	-0,97	-0,98	7 C

Anexo 7. Análisis de varianza de la producción de leche por épocas y sistemas de producción.

tipo de sistema	Época	Medias	n	E.E.
Sistemas convencional	Época seca	2,27	7	0,13 A
Sistemas convencional	Época lluviosa	3,29	7	0,13 B
Sistema Silvopastoril	Época seca	3,79	7	0,13 C
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	5,01	7	0,13 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Anexo 8. Análisis de varianza de la cantidad diaria dada de materia verde a las vacas.
 Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,23573

tipo de sistema	Época	Medias	n	E.E.	
Sistemas convencional	Época lluviosa	6,26	7	1,45	A
Sistema Silvopastoril	Época lluviosa	6,89	7	1,45	A B
Sistemas convencional	Época seca	10,87	7	1,45	B C
Sistema Silvopastoril	Época seca	12,9	7	1,45	C

Anexo 9. Análisis de regresión lineal entre la producción de leche y el porcentaje de pasturas mejoradas con árboles dispersos.

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	4,36792	1	4,36792	12,55	0,0041
Residuo	4,17709	12	0,348091		
Total (Corr.)	8,54501	13			

Coefficiente de Correlación = 0,714959
 R-cuadrada = 51,1166 por ciento
 R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 47,043 por ciento
 Error estándar del est. = 0,589992
 Error absoluto medio = 0,47604
 Estadístico Durbin-Watson = 1,84802 (P=0,3244)
 Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,022769

El coeficiente de correlación es igual a 0,714959, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error absoluto medio (MAE) de 0,47604 es el valor promedio de los residuos.

Anexo 10. Matriz de covarianzas común. Prueba Hotelling Alfa=0,05

tipo de sistema	Época	GRASA	S.N.G	S.T	n	
SSP	Epseca	3,71	8,58	12,29	7	A
SSP	Eplluvi	4,04	8,98	13,03	7	B
SinSSP	Epseca	2,12	8,29	10,41	7	C
SinSSP	Eplluvi	3,01	8,71	11,71	7	D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Anexo 11. Prueba bilateral.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	p-valor	prueba
Tipo de Sistema	Abundancia (%)	{SC}	{SSP}	0,8674	Bilateral

Anexo 12. Indicadores IPSI

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

Anexo 13. Prueba t de los índices de Biodiversidad para el Pago de Servicios Ambientales de los SC y SSP

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	pHomVar	p-valor	prueba
tipo de sistema	IBSA_FI NCA %	SC	SSP	7,00	7,00	51,94	77,67	0,14	<0,0001	Bilateral

Anexo 14. Prueba t del carbono almacenado en los SSP y SC en Rio Blanco y Paiwas, Nicaragua.

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	pHomVar	p-valor	prueba
tipo de sistema	carbono (Tn/ha)	{SC}	{SSP}	7	7	5,34	11,03	0,1857	<0,0001	Bilateral

Anexo 15. Prueba T para muestras Independientes

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media(1)	Media(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Tipo de sistema	gastos en alimentación	{SSP}	{SC}	36.93	31.28	0.5529	0.85	0.4271	Bilateral

Anexo 16. Prueba T para muestras Independientes de los indicadores economicos

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media(1)	Media(2)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Tipo de sistema	VAN	{SSP}	{SC}	845.85	543.52	0.2101	2.80	0.0172	Bilateral
Tipo de sistema	B/C	{SSP}	{SC}	1.50	1.51	0.7237	-0.22	0.8262	Bilateral

Anexo 17. Encuesta proyecto “Análisis del grado de cumplimiento y estimación de costos para la implementación de la norma complementaria de ganadería sostenible en fincas productoras de leche en Paiwas y Río Blanco, Nicaragua”

1 ASPECTOS GENERALES

1.1 Nombre propietario: _____ **Edad:** _____

1.2 Nombre de la finca: _____

1.3 Localización: _____ **Código:** _____

1.4 Municipio: _____

2 CAPITAL HUMANO DEL HOGAR

2.1 Nivel de escolaridad del propietario (2)

- (1) Primaria () (3) Universitaria () (5) Técnica ()
 (2) Secundaria () (4) Otras. ()

*Técnica = Menos de 3 años de universidad, secretarías, escuelas de agricultura o ganadería, etc.

2.2 Miembros de la familia según categoría de edad (3)

Edad	Número de miembros de la familia en esa categoría de edad	Ocupación			
		Jornalero o productor	Técnico	Profesional	Otra. Cuál?
(1) 0 – 12					
(2) 13 – 18					
(3) 19 – 25					
(4) 26 – 40					
(5) >40					

2.3 ¿Cuántos años tiene de dedicarse a la actividad ganadera? (5)

- 1 – 3 años (1) () 9 – 12 años (4) () 18 – 21 años (7) () 27 – 30 años (10) ()
 3 – 6 años (2) () 12 – 15 años (5) () 21 – 24 años (8) () 30 años o más (11) ()
 6 – 9 años (3) () 15- 18 años (6) () 24- 27 años (9) ()

2.4 ¿Qué porcentaje de sus ingresos viene de la finca? (26) es similar al cuadro anterior

- 90 a 100% (1) () 70 a 80% (3) () 50 a 60% (5) ()
 80 a 90 % (2) () 60 70% (4) () 50 o menos (6) ()

3. CAPITAL SOCIAL DEL HOGAR

a. ¿En los últimos cinco años a recibido asistencia técnica? (6)

(1) Si (___) (2) No (___)

En qué temas:

- (3) Sistemas silvopastoriles (___) (4) Manejo de ganado (___) (5) Manejo de pasturas (___)
 (6) Captura de carbono (___) (7) Pago por servicios ambientales (___) (8) Calidad de la leche (___)
 (9) Manejos de bancos forrajeros (___) (10) Otros. Cuales: _____

b. Mano de obra familiar (4)

(1) Integrantes de la familia:						
Horas dedicadas semanal de los integrantes en capacidad de trabajar de la familia dentro de la finca			Horas dedicadas semanal de los integrantes de la igual a anterior familia fuera de la finca			
Época seca						
Integrante	Actividad	Horas	Integrante	Actividad	Horas	Ingreso
Papá			Papá			
Mamá			Mamá			
Hijo 1			Hijo 1			
Hijo 2			Hijo 2			
Época lluviosa						
Integrante	Actividad	Horas	Integrante	Actividad	Horas	Ingreso
Papá			Papá			
Mamá			Mamá			
Hijo 1			Hijo 1			
Hijo 2			Hijo 2			

c. Aplica Ud. técnicas silvopastoriles tales como: (7)

- (1) Cercas vivas:___ (2) Bancos forrajero proteicos:___ (3) Bloques de árboles homogéneos. ___
 (4) Bancos forrajeros de corte y carreo:___ (5) Aguadas:___ (6) Regeneración natural: ___
 (7) Henificación:___ (8) Ensilaje:___ (9) Otras. Cuales: _____

d. Organizaciones presentes en el sector que les prestan ayuda(8):

Cuáles son las organizaciones presentes en el sector (subrayar las más importante)	Desde cuando funciona	Cuáles son las funciones	Pertenece usted o alguien de la familia	A qué lo motiva	Beneficios (para la familia-sector)	Qué líder de la organización identifica?
1.						
2.						
3.						

4. CAPITAL NATURAL DE LA FINCA

a. Información de la finca (9)

Finca	Tenencia *	Área de la finca (ha)	Actividades que presenta la finca
1			
2			
3			
4			

* Tenencia: 1= Propia con escritura y plano, 2 = Propia con plano, 3 = Propia con escritura, 4 = Propia en derecho posesorio, 5 = Arrendada, 7 = Prestada. 1 manzana Aprox. 7000 metros cuadrados y una hectárea 10000 metros cuadrados.

b. Usos de la tierras presente en la finca (10)

Usos de la tierra	Área (ha)	Especies	Observaciones
Pastura natural			
Pastura mejorada			
Banco forrajero de proteína (madero negro, cratilia, maní, otros. Cuales_____)			
Banco energético (caña, Camerún (King morado), King grass, Taiwán, Niéper.			
Granos basicos			
Cultivos perennes (cacao, banano)			
Bosque ripario			
Bosques secundarios (montañita intervenida)			
Bosque primario (montañita)			
Áreas de reforestación			
Áreas de conservación			
Instalaciones			
Casa			
Otros:			

c. Especies comunes de árboles en potreros, su uso principal y manejo en finca. (11)

ID	Especies	Uso	Manejo *
1			
2			
3			
4			
Total			

*Podas, raleos, otros.

d. Manejo del recurso agua (12)

Fuente de agua	Tipo de Protección de la fuente de agua	Disponibilidad de agua en verano	Disponibilidad de agua invierno**	Mencione en cuales consume agua el ganado
Nacientes				
Ríos				
Quebradas				
Pozos				
Laguna artificial				
Cañería *				
Camión *				
Bebederos *				

*No aplica en la relación protección de la fuente de agua **= Abundante, Moderada, Poca, Nada

e. **Tipos de cercas**

- (1) Simples _____ (2) Diversificadas _____ (3) Muertas _____
(4) Eléctrica _____ (5) Otro: _____

f. **Especies comunes en cercas vivas, su uso principal y manejo en finca (13)**

ID	Especies	Uso	Manejo*
1			
2			
3			
4			
Total			

5. **CAPITAL FISICO DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

a. **Maquinaria, vehículos, equipos (15)**

Concepto	Cantidad	Marca	Valor
Tractor			
Rastra			
Arado			
Vehículo			
Bomba de agua para riego			
Picadora de pastos			
Romana de pesar Ganado			
Motosierra			
Generador eléctrico			
Arados de tracción animal			
Otras. Cuáles?			

b. **Tipos de cercas (16)**

- (6) Simples _____ (7) Diversificadas _____ (8) Muertas _____
(9) Eléctrica _____ (10) Otro: _____

6. **CAPITAL FINANCIERO DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

a. **Estado actual (17)**

Hace cuánto tiempo Ud. es propietario de la finca: _____ (años/meses); Tiene manzanas (0.7ha) arrendadas en la actualidad. (1) Si: ____ (2): ____ Cuantas manzanas: _____ Costo del arrendamiento: _____ córdobas. Lapso de tiempo que arrienda la parcela: Mensual: ____ Anual: ____ Otro. Cual: _____

b. **Cantidad estimada que recibe por las actividades agropecuarias.**

50 Semanal: _____ (2) quincenal: _____ (3) mensual: _____

c. **Uso de la mano de obra en la finca según época del año en promedio por mes (18)**

	Contratada				
	familiar	Permanente	costo	Ocasional	costo
Época seca					
Nº de jornales (hombres)					
Nª de jornales (mujeres)					
Época lluviosa					
Nº de jornales (hombres)					
Nª de jornales (mujeres)					

Un agricultor en promedio trabaja por día 8 horas.

d. **Aporte de ingreso a la finca: Cuál es el orden de mayor a menor aporte porcentual de cada rubro productivo en el ingreso total de la familia (19)**

Actividad	Aporte % al ingreso total de la familia	Observaciones
Ganadería bovina		
Ganadería menor (aves, credos, otros)		
Agricultura		
Forestería		
Renta de tierra		
Trabaja fuera de la finca de la finca		
Otros actividades productivas		

e. **Acceso a créditos**

En los últimos cinco años a obtenido algún tipo de crédito?(20)

(1) Si: _____ (2) No: _____ (3) Hace cuanto: _____

Considera Ud. que hay suficiente disponibilidad de créditos (21)

(1) Si: _____ (2) No: _____

Cuáles son los inconvenientes para acceder a créditos (22)

¿Cuál es el origen del crédito? (23)

(1) Banco privado: _____ (2) Caja rural, banco comunal (3) Cuáles son los inconvenientes: __
 (4) ONG/proyecto: _____ (5) prestamista: _____ (6) Otro, Cual: _____

Motivo por el cual realizó el préstamo (24)

(1) Compra de tierra: _____	(2) Compra de insumos agropecuarios: _____	(3) Compra de animales : _____
(4) Mejora de infraestructura: _____		

f. Dedicación del propietario al rubro lechero (27)

- (1) Exclusiva: _____ (2) Parcial + otras actividades agropecuarias: _____
 (3) Parcial más actividades no agropecuarias: _____

g. Precio de la venta de la leche (córdobas) (30)

- (1) Botella : _____ (2) Litro: _____ (3) Pichinga: _____
 (4) Otro. Cual: _____

7. COMPONENTE PECUARIO

a. Inventario del hato ganadero (31)

Categoría	Número de animales en 2009	Muertes al año	Ventas*	Donde	Compras al año	Donde
Vacas paridas						
Vacas secas						
Vaquilas > 2 años						
Vaquillas 1-2 años						
Novillos > 2 años						
Ternereras en ordeño						
Total de hembras						
Toros						
bueyes						
Novillos > 2 años						
Novillos de 1 a 2 años						
Terneros						
Total de machos						
Caballos						

*El precio de venta y compra se estimará con datos de las subastas donde ellos comercializan el ganado.

b. Sistema de producción (33)

Carne/Cría _____ *Desarrollo _____ **Engorde _____
 Doble Propósito _____ Mixto (Ganadería + Agricultura comercial) _____

* Desarrollo 180 kilos a 350 kilos

**Engordado 350 a más de 500 kilos

c. Cuales razas o cruces maneja en la finca? (34)

- (1) Bos indicus (___) (4) Brahman (___) (7) Brahman x Pardo Suizo (___) Otros (___)
 (2) Pardo Suizo (___) (5) Bos Tauros (___) (8) Brahman x Simmental (___)
 (3) Gyr Lechero (___) (6) Criollo Reyna (___) (9) Holstein x Brahman (___)

d. Número de nacimientos por año (37) _____ % de parición

e. Número total de potreros en la finca _____ (38)

f. Potreros asignados (39)

(1) Ordeño:____ (2) Secas:____ (3) Novillas:____
 (4) Terneros:____ (5) Otro. Cual:____

g. Fertiliza los pastos (41)

(1) Si:____ (2) No:____ (3) Producto:____
 (4) Área fertilizada:____ (5) Costo fertilizada:____

h. Hace rotación de potreros (43) (1) Si:____ (2) No:____

i. Manejo de rotación de potreros (44)

(1) Días ocupación época lluvia:____ (2) Días de descanso época lluvia:____
 (3) Días de ocupación época seca:____ (4) Días de descanso época seca:____

j. Insumos alimenticios usados en la finca (46)

ÉPOCA SECA			
Categoría animal	Suplementos*	Kg/día/animal	Costo
Vacas en ordeño			
Vacas secas			
Hembras de reemplazo			
Toros reproductores			
Bueyes			
Machos de engorde (terneros)			
Machos de desarrollo (novillos)			
Otros			
EPOCA LLUVIOSA			
Categoría animal	Suplementos*	Kg/día/animal	Costo
Vacas en ordeño			
Vacas secas			
Hembras de reemplazo			
Toros reproductores			
Bueyes			
Machos de engorde (terneros)			
Machos de desarrollo (novillos)			
Otros			

*Suplementos = Concentrados, miel, banana, gallinaza, pulpa, cáscara de naranja, pasto de corte, ect.

7.17 Proporciona sal a su ganado (47) (1) Si:____ (2) No:____ (3) Cantidad:____

k. Tipo de sal (48)

(1) Corriente:____ (2) Mineralizada:____
 (3) Bultos/año:____ (4) Costo(córdobas):____

l. Producción de leche y queso anual (50)

Variable	Época seca	Época lluviosa	Edad	Raza
Producción de leche total de la finca en kg/día				
Producción en kg por vaca				
Valor de un kg de leche				

Producción de queso en kg				
Valor de un kg de queso				
Cuanta leche produjo para venta				
Cuanta leche produjo para autoconsumo				

m. Número de vacas en ordeño: (51)

Variable	Época seca	Época lluviosa	Edad	Raza
Número total de vacas en ordeño				
Número de vacas secas en ordeño				
Número de vacas horas en ordeño				

n. Sistemas de frío para la leche (52)

- (1) No enfría: ____ (2) Agua detenida*: ____ (3) Agua circulante**: ____
 (4) Enfriador de placas: ____ (5) Estanques de frío. ____

- Sumergiendo parte del contenedor o tarro con leche en un recipiente mayor que contiene agua fría

** haciendo circular aguas fría en torno del contenedor o tarro con leche

o. Producción de carne (53)

La venta de la carne es: (54) (1) En Pie: ____ (2) Canal: ____

La venta de carne la realiza en (55)

- (1) Finca: ____ (2) Pueblo: ____ (1) Cuál es el costo: _____ cordobas

8. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS Y MECANISMOS

a. ¿Cuales innovaciones tecnológicas ha implementado en su finca y qué mecanismos ha utilizado para la adopción? (61)

Innovación tecnológica	Usted tiene esta innovación en su finca	Mecanismo empleado para la adopción	Observaciones
Cercas vivas			
Arboles dispersos en potreros			
Bancos forrajeros			
Pasturas mejoradas sin árboles baja densidad			
Pasturas mejoradas con árboles alta densidad			
Pasturas asociadas con leguminosas herbáceas			
Pasturas en callejones			
Biodigestor			
Lombricompost			
Tratamiento de aguas residuales			
Reforestación			
Protección de nacientes, ríos y quebradas			
Cerca eléctrica			
Uso de registros productivos			
Uso de registros reproductivos			
Uso de registros sanitarios			
Tiene otros cultivos			
Agroturismo, turismo rural			

Artesanías, venta plantas			
Nª de establos			
Nª de silos			
Nª picadoras de pastos			
Nª de galpones			

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN, ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y CAPACIDAD ADAPTATIVA QUE IMPLEMENTAN LOS PRODUCTORES DOBLE PROPÓSITO AL CAMBIO CLIMÁTICO

1 CONOCIMIENTO Y PERCEPCIÓN

1.1 ¿Cree Ud. que el clima ha cambiado a lo largo de su vida? (1)

(1) Si: _____ (2) No: _____ (3) No sabe: _____

1.2 Sabe Ud. que es el cambio climático y variabilidad climática (2)

(1) Si: _____ (2) No: _____ (3) No sabe: _____

1.3 Si la respuesta si, explique (3)

Cambio climático _____
Variabilidad climática _____

1.4 ¿Ha recibido capacitación sobre el tema de cambio climático, efecto del niño o de la niña y sus consecuencias sobre la producción ganadera o agrícola? (4)

(1) Si: _____ (2) No: _____ (3) Que institución le ha brindado la capacitación: _____

1.5 ¿Cómo califica la información o capacitación que ha recibido?(5)

(Para los que respondieron SI, en la pregunta anterior)

(1) Fácil de aplicar : _____ (2) Útil, pero difícil de aplicar: _____ (3) No es muy útil: _____

1.6 ¿Cómo se manifiesta el cambio de clima en su zona y que efectos ha provocado en su finca? (6)

Causas	Efectos en la finca <i>(Encuestador: escoger de la lista, puede ser respuesta múltiple)</i>
Lluvias más intensas y prolongadas ò tormentas	
Más calor por efecto del aumento en la temperatura	
Sequías prolongadas	
Otros:	

2 EFECTOS (7)

2.1 ¿Cómo siente Ud. el calor en las últimos años, comparado con 5 años atrás? (Encuestador: Explicar que el calor se refiere a calor corporal)

(1) Más intenso : _____ (2) Igual que hace 5 años : _____ (3) Menos intenso : _____

2.2 ¿Las personas y especialmente los niños presentan infecciones y alergias en las manos o los pies? (9)

(1) Si : ____ (2) No : ____

2.3 En los últimos 5 años, ¿ha observado algún ataque masivo de plagas a los animales o a los cultivos o pastos? (10)

(1) Si : ____ (2) No : ____

Para los que respondieron SI

Que se afectó	Tipo de plaga	Cual fue el ataque
a) Cultivos		
b) Pastos		
c) Ganado Bovino		
d) Ganado Menor		
e) Otro		

2.4 Durante los últimos 9 años, ¿en cuáles se presentaron sequías más prolongadas? (11)

Año	Meses
(1) 2000 ()	_____
(2) 2001 ()	_____
(3) 2002 ()	_____
(4) 2003 ()	_____
(5) 2004 ()	_____
(6) 2005 ()	_____
(7) 2006 ()	_____
(8) 2007 ()	_____
(9) 2008 ()	_____

2.5 ¿Y en cuáles lluvias o tormentas más intensas? (12)

Año	Meses
(1) 2000 ()	_____
(2) 2001 ()	_____
(3) 2002 ()	_____
(4) 2003 ()	_____
(5) 2004 ()	_____
(6) 2005 ()	_____
(7) 2006 ()	_____
(8) 2007 ()	_____
(9) 2008 ()	_____

2.6 Seguido de la lluvia, ¿las temperaturas bajan? (13) (1) Si: _____ (2) No: _____

2.7 En los lugares donde cae más lluvia, ¿se siente más frío? (14) (1) Si: _____ (2) No: _____

2.9 Las lluvias se han atrasado o se han adelantado con respecto a los ciclos agrícolas que ud antes manejaba? (15)

(1) Se atrasan : ____ (2) Se adelantan : ____ (3) No ha cambiado: ____

2.10 Existen cultivos que ya no se pueden sembrar en la zona debido a las sequías o a las fuertes lluvias? (16)

(1) Si : ____ (2) No : ____

Para los que respondieron SI, cuáles cultivos Por las fuertes lluvias
 Por las sequías:

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) _____ | (4) _____ |
| (2) _____ | (5) _____ |
| (3) _____ | (6) _____ |

2.11 ¿Qué nuevos cultivos o pastos se están sembrando en la zona para solucionar estos problemas? (17)

- (1).....
 (2).....
 (3).....
 (4)Ninguno.....

2.12 ¿Cómo ha observado ud los ríos, quebradas y nacientes en los últimos años comparados con los de hace 10 años atrás?

En la época seca:

¿Se secan más rápido? (18) (1) si: ____ (2) No: ____

¿Se mantienen el mismo número de quebradas y nacientes? (19) (1) Si: ____ (2) No: ____

¿El agua es más clara o con menos sedimentos? (20) (1) Si: ____ (2) No: ____

En la época lluviosa:

¿Cómo es su caudal? (21)

(1) Si : ____

(2) No : ____

(3) Mayor: ____

2.13 Para la época de Sequía Ud.:

¿Siembra árboles para dar sombra? (22)

(1) No : ____

(2) Si : ____

(3) Cuales: _____

¿Siembra árboles para alimentar el ganado? (23)

(4) No : ____

(5) Si : ____

(6) Cuales: _____

¿Vende más animales en comparación con los años que el invierno? (24)

(7) No : ____

(8) Si : ____

(9) Cuales:-

2.14 En la época seca ¿cuánta distancia (expresar en Km.) camina el ganado para tomar agua? (25)

3 ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1 Señale cuales de las siguientes acciones está implementando en su finca para reducir los efectos de cambio climático: (26)

(1) Prácticas para la conservación de forraje: ensilaje, heno	()
(2) Uso de suplementos (melaza, gallinaza)	()
(1) Selección de animales más resistentes a las sequías	()
(2) Ha suprimido las quemas	()
(5) Disminución del uso de agroquímicos	()
(6) Protección de los nacientes, ríos y quebradas	()
(7) Vende animales en épocas lluviosas	()
(8) Corta pastos en otras fincas	()
(9) Trae cogollos de otras fincas	()
(10)Alquila pastos en otras fincas	()
(11)Poda árboles en otras fincas	()
(12)Drena el exceso de agua en los potreros mediante canales	()
(13)Corta pasto en algunos potreros de la fincas	()
(14) Ampliar el banco forrajero	()

(15) Ampliar el galerón para cuidar a los animales	()
(16) Biodigestor	()
(17) Usa aguadas	()
(18) Mantiene más árboles en los potreros	()
De qué tipo:	()
Sombra	()
Maderables	()
Frutales	()
Otros (indicar) _____	()
(19) Otras. Cuales: _____	()

3.2 ¿Qué tecnologías está implementando? (27)

(1) Uso de Riego	()
(2) Adaptación y almacenamiento de agua	()
(3) Drenar el exceso del agua mediante canales y puentes a los ríos para evitar la pérdida de los pastos.	()
(4) Realizar reciclaje de residuos sólidos, incluyendo residuos de cosechas	()
(5) ¿Tiene lombricultivo?	()
(6) ¿Tiene biodigestor?	()
(7) ¿Produce abono orgánico?	()
(1) ¿Busca más capacitación con las instituciones presentes?	()
(2) Otras. Cuáles: _____	

3.3 Ha sembrado pasto mejorado? (28) (1) Si: _____ (2) No: _____

Para los que respondieron SI, (29)

¿Qué ha observado en comparación con las pasturas naturales?

(1) ¿Es más resistente a las sequías?	Si ()	No ()
(2) ¿Se mantiene más verde?	Si ()	No ()
(3) ¿Es más resistente a las sequías?	Si ()	No ()
(4) ¿Produce forraje en la sequía?	Si ()	No ()
(5) ¿Hay más erosión?	Si ()	No ()
(6) ¿Soporta más animales?	Si ()	No ()
(7) ¿Los animales mantienen su condición? (gordos)	Si ()	No ()
(8) ¿Los animales producen más carne?	Si ()	No ()
(9) Las vacas producen durante toda la época seca?	Si ()	No ()
(10) ¿Los terneros presentan mejor condición?	Si ()	No ()

3.4 Ha implementado bancos forrajeros? (30) (1) Si: _____ (2) No: _____

Para los que respondieron SI, (31)

(1) A obtenido ventajas	Si ()	No ()
(2) Toleran la sequía?	Si ()	No ()
(3) Producen alimento en época seca?	Si ()	No ()
(4) Es un buen suplemento alimentario?	Si ()	No ()
(5) La producción de leche es igual?	Si ()	No ()
(6) La producción de leche se incrementó?	Si ()	No ()

PERSPECTIVAS DEL CAMBIO CLIMATICO

4.1 ¿En su comunidad se han conformado grupos de trabajo, asociaciones, u organismos locales para enfrentar las consecuencias del cambio climático? (32)

(1) Si : _____ (2) No : _____

Para los que respondieron SI,
Usted forma parte de alguno de ellos? (33)

(3) No : _____ (4) Cuál?: _____

4.2 ¿Ud piensa implementar algunas prácticas y/o medidas para reducir el efecto del cambio climático en su finca y en su comunidad? (34)

(1) No : _____ (2) Si: _____

¿Mencione al menos tres? (35).....

4.3 ¿Cuáles son los principales limitantes que ud enfrenta para defenderse de los fuertes veranos e inviernos?

Del 1 al 5 priorícelos siendo 1 el más importante y el 5 el menos importante? (36)

(1) Falta de capital para realizar las inversiones en su finca	_____
(2) Falta de conocimiento el tema	_____
(3) Falta de colaboración de sus vecinos	_____
(4) No tiene información anticipada de estos eventos y por eso no puede planificar las acciones	_____
(5) Otras	_____

4.4 Que sistemas de incentivos se necesitan para reducir los impactos negativos del cambio climático? (37)

(1) Pago de Servicios Ambientales	()
(2) Créditos	()
(3) Más Capacitación	()
(4) Más información oportuna	()
(5) Mercados diferenciados (certificación)	()
(6) otras	()

4.5 Qué piensa que va a pasar en su comunidad a los siguientes plazos (38)

	2 años	5 años	10 años
(1)			
(2)			
(3)			
(4)			
(5)			

4.6 Expectativas de cambio en su comunidad

¿Qué se puede cambiar?	¿Por qué y cómo?