

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**EFFECTO DEL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES Y OTRAS VARIABLES  
SOCIOECONÓMICAS EN LA ADOPCIÓN DE USOS DEL SUELO AMIGABLES CON  
EL AMBIENTE EN ZONAS GANADERAS DE ESPARZA, COSTA RICA Y  
MATIGUÁS, NICARAGUA**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado,  
Programa de Educación para el desarrollo y la Conservación,  
del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,  
como requisito parcial para optar por el grado de**

**Magister Scientiae**

**Por**

**HARMODIO NOEL CERRUD SANTOS**

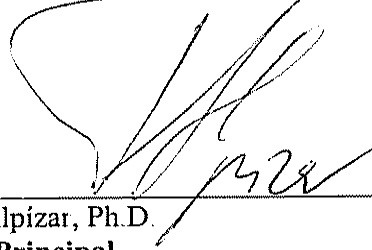
**TURRIALBA, COSTA RICA**

**2004**

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación 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***

**FIRMANTES:**



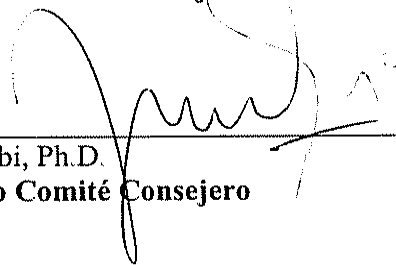
---

Francisco Alpizar, Ph.D.  
**Consejero Principal**



---

Muhammad Ibrahim, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**

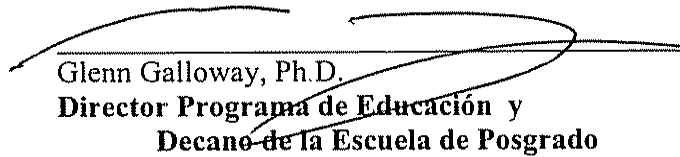


---

José Gobbi, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**

---

Mario Piedra, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**



---

Glenn Galloway, Ph.D.  
**Director Programa de Educación y  
Decano de la Escuela de Posgrado**



---

Harmodio Noel Cerrud Santos  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis representa la culminación de muchos esfuerzos y sacrificios por alcanzar una meta más en mi vida. Por ello dedico este documento a todos aquellos que me brindaron su apoyo incondicional y que fueron mi fuente de inspiración para seguir adelante cuando hubo momentos difíciles, muy especialmente a:*

### ***A Dios Todopoderoso:***

*Por darme la oportunidad de seguir superándome y por concederme la serenidad, salud y energía requerida para alcanzar exitosamente esta meta.*

### ***A mis queridos padres:***

*José y Venancia, por los sacrificios realizados durante muchos años para impulsar mi desarrollo personal y profesional.*

### ***A mis hermanos:***

*Por el amor y la solidaridad que hemos mantenido a lo largo de los años, lo cual ha sido la clave del éxito para alcanzar metas similares.*

## AGRADECIMIENTO

En el desarrollo de esta investigación recibí la colaboración de muchos profesionales que estuvieron siempre dispuestos a brindarme sus consejos, ayuda y amistad, por tal razón deseo dejar constancia de mi agradecimiento sincero a las siguiente personas:

Al Dr. Francisco Alpizar, por la dedicación y orientación constante en el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Muhammad Ibrahim, Coordinador del Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “*Enfoque Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*”, por brindarme la oportunidad y la colaboración para desarrollar mi trabajo de investigación dentro del marco de este ambicioso proyecto.

A los distinguidos miembros del Comité de Consejeros: Dr. Francisco Alpizar, Dr. Muhammad Ibrahim, Dr. José Gobbi y Dr. Mario Piedra por sus valiosos aportes y sugerencias.

Al Coordinador del Proyecto “*Enfoque Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*” en Costa Rica, Francisco Casasola, M. Sc., por el respaldo constante para que las actividades relacionadas a la investigación se desarrollaran de acuerdo a la planificación prevista.

Al excelente equipo de colaboradores que laboran en la sede de proyecto en Esparza, Costa Rica, ya que su colaboración fue una parte esencial para el éxito de la investigación, son ellos: Sr. Rodrigo Granados, Sr. Luis Quirós, y Vilma Holguín, M. Sc.

A Alex González M. Sc., especialista en Sistema de Información Geográfico, quien además de poner a disposición la experticia en su trabajo, ofreció su compañerismo y amistad sincera.

Al Dr. Fernando Casanoves por su valiosa colaboración en el análisis e interpretación de las pruebas estadísticas.

A los compañeros Pável Bautista y Jorge Chagoya, quienes también desarrollaron sus trabajos de investigación en Esparza, por su ayuda y respaldo constante a lo largo de toda las fases de la investigación.

Finalmente, deseo expresar mi gratitud a todos los productores ganaderos que forman parte del Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “*Enfoque Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*”, por la amabilidad, cortesía y espíritu de colaboración mostrado en cada una de las visitas a sus fincas.

## **BIOGRAFÍA**

Harmodio Noel Cerrud Santos, nació el 11 de octubre de 1968 en Puerto Armuelles, Barú, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. Realizó estudios en la Universidad de Panamá en donde obtuvo el título de Técnico en Conservación de Recursos Naturales Renovables en 1990. Posteriormente, en 1997 se tituló como Licenciado en Administración Pública en la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), institución para la cual laboró de 1998 al 2000 en las Direcciones de Planificación y Recursos Humanos.

El licenciado Cerrud laboró en la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM), Dirección de Administración y Finanzas, de enero 2001 hasta diciembre de 2002. A inicios del 2003 se trasladó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios en la Escuela de Posgrado del CATIE en la Maestría de Socioeconomía Ambiental, obteniendo su título en diciembre de 2004.

## CONTENIDO

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>BIOGRAFÍA</b> .....	v
<b>CONTENIDO</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>SUMMARY</b> .....	xi
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	15
1.1 Planteamiento del Problema.....	15
1.2 Importancia de la Investigación .....	17
1.3 Objetivos .....	18
1.3.1 Objetivo General .....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 Hipótesis.....	19
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	20
2.1 Sistemas Silvopastoriles .....	20
2.2 Principales Sistemas Silvopastoriles .....	21
2.2.1 Pasturas en callejones “Alley Farming” .....	21
2.2.2 Banco de Proteínas .....	21
2.2.3 Cercas Vivas .....	21
2.2.4 Maderables o Frutales Dispersos en potreros .....	22
2.2.5 Pastoreo en plantaciones de maderables o frutales .....	23
2.2.6 Cortinas o Barreras Rompevientos .....	23
2.2.7 Barreras vivas .....	23
2.3 Los Sistemas Silvopastoriles: Ventajas y Desventajas.....	24
2.3.1 Ventajas .....	24
2.3.2 Desventajas .....	27

	<b>Página</b>
2.4	Los Sistemas Silvopastoriles y la protección de la biodiversidad..... 29
2.5	Los Sistemas Silvopastoriles y la fijación de carbono ..... 31
2.5.1	Liberación de tierras para regeneración natural ..... 33
2.5.2	Prácticas silvopastoriles y la fijación de carbono ..... 34
2.5.3	Pasturas nativas e introducidas..... 35
2.6	Servicios Ambientales..... 37
2.6.1	Pago por servicios ambientales..... 39
2.7	Caracterización de las zonas de influencia del Proyecto GEF-CATIE-BM.. 41
2.7.1	Costa Rica..... 41
2.7.1.1	Ubicación y aspectos biofísicos..... 41
2.7.1.2	Antecedentes de la cultura agraria local ..... 42
2.7.1.3	Caracterización socioeconómica del territorio ..... 42
2.7.1.4	Aspectos relativos a la actividad ganadera ..... 45
2.7.2	Nicaragua ..... 46
2.7.2.1	Ubicación y aspectos biofísicos..... 46
2.7.2.2	Antecedentes de la cultura agraria local ..... 47
2.7.2.3	Caracterización socioeconómica del territorio ..... 48
2.7.2.4	Aspectos relativos a la actividad ganadera ..... 51
2.8	Factores que influyen en la toma de decisiones sobre la adopción de nuevas tecnologías a nivel de finca..... 52
2.8.1	El proceso de toma decisiones..... 52
2.8.2	Modelos para la toma de decisiones ..... 53
2.8.3	La toma de decisiones desde un enfoque económico..... 56
2.8.4	Factores que afectan la toma de decisiones a nivel de finca en un proceso de difusión y adopción ..... 58
2.9	La adopción de los sistemas silvopastoriles (SSP) a nivel de finca. .... 63
2.9.1	Concepto de Adopción. .... 63
2.9.2	El proceso de adopción de una tecnología: un fenómeno dinámico..... 64
2.9.3	La adopción: total o parcial ..... 67
2.9.4	Efecto de la adopción de los sistemas silvopastoriles desde un punto de vista económico. .... 68
2.9.5	Factores que afectan la adopción de los sistemas silvopastoriles (SSP) y

	<b>Página</b>
prácticas agroforestales (AF).....	71
2.9.5.1 Factores Socioeconómicos.....	72
2.9.5.2 Factores Institucionales .....	84
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>87</b>
3.1 Área de estudio.....	87
3.1.1 Localización. ....	87
3.1.2 Clima.....	87
3.1.3 Suelo .....	88
3.2 Metodología .....	88
3.2.1 Selección de fincas.....	89
3.2.2 Descripción del proceso de pago por servicios ambientales en el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial .....	89
3.2.3 Descripción analítica de la encuesta realizada por el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial.....	90
3.2.4 Establecimiento de la Línea Base .....	92
3.2.5 Monitoreo de variables.....	93
3.2.6 Variables .....	93
3.2.6.1 Variables socioeconómicas .....	94
3.2.6.2 Variables biofísicas .....	94
3.2.6.3 Variables introducidas para la ejecución del proyecto.....	94
3.2.7 Análisis de Datos .....	94
3.2.7.1 Prueba T para muestras independientes .....	95
3.2.7.2 Análisis de la varianza.....	95
3.2.7.3 Prueba LSD de Fisher .....	95
3.2.8 Modelos econométricos.....	95
3.2.8.1 Modelos de Regresión Múltiple .....	96
3.2.8.2 Modelos Logit .....	96
3.2.8.3 Modelos Ordered Logit .....	98
3.2.9 Alcance de los modelos econométricos propuestos.....	98
<b>4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>99</b>
4.1 Costa Rica.....	99



	<b>Página</b>
4.1.1 Descripción de la muestra .....	99
4.1.2 Caracterización de las fincas.....	100
4.1.3 Caracterización de los grupos de fincas según tipo de beneficio.....	100
4.1.4 Caracterización de los grupos de fincas según esquema de pago.....	103
4.1.5 Caracterización de los productores y sus familias.....	104
4.1.6 Análisis de variables desde un enfoque estadístico .....	106
4.1.6.1 Análisis de los Grupos de Fincas .....	106
4.1.6.2 Análisis de los Esquemas de Pago .....	110
4.1.6.3 Análisis de variables socioeconómicas .....	113
4.1.7 Análisis desde un enfoque econométrico .....	115
4.2 Nicaragua .....	119
4.2.1 Descripción de la muestra .....	119
4.2.2 Caracterización de las fincas.....	120
4.2.3 Caracterización de los grupos de fincas según tipo de beneficio .....	120
4.2.4 Caracterización de los grupos de fincas según esquema de pago.....	122
4.2.5 Caracterización de los productores y sus familias.....	123
4.2.6 Análisis de variables desde un enfoque estadístico .....	125
4.2.6.1 Análisis de los Grupos de Fincas .....	125
4.2.6.2 Análisis de los Esquemas de Pago .....	129
4.2.6.3 Análisis de variables socioeconómicas .....	132
4.2.5 Análisis desde un enfoque econométrico.....	133
4.3 Un modelo para ambos países.....	135
<b>4 CONCLUSIONES</b> .....	<b>138</b>
<b>5 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>143</b>
<b>7 LITERATURA CITADA</b> .....	<b>145</b>
<b>8 ANEXOS</b> .....	<b>152</b>

**Cerrud S, H.** 2004. Efecto del pago por servicios ambientales y otras variables socioeconómicas en la adopción de sistemas silvopastoriles en zonas ganaderas de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica 167 p.

## RESUMEN

**Palabras Claves:** Pago por servicios ambientales, adopción de tecnologías, sistemas silvopastoriles, usos de suelo, biodiversidad, fijación de carbono, fincas ganaderas.

En la presente investigación se estudia el comportamiento de fincas ganaderas en dos zonas ganaderas que forman parte del área de influencia del proyecto “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”, dichas zonas están ubicadas en Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua.

El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto de las variables introducidas por el proyecto sobre el nivel de adopción de usos de suelo amigables con el ambiente. El nivel de adopción se mide a través de un “*índice compuesto*” que califica cada uso de suelo presente en las fincas de acuerdo a su nivel de contribución a la protección de la biodiversidad y a la capacidad para fijar carbono. Las fincas fueron evaluadas al inicio del proyecto para establecer una línea base (2003) y se realizó una nueva evaluación en el 2004, así se determinaron los puntos de incremento en el “*índice compuesto*” para cada finca y en base al valor obtenido se realizó el pago por servicios ambientales (PSA).

En este estudio básicamente, se analiza el efecto del pago por servicios ambientales (PSA) y el esquema de pago sobre la decisión de los productores de adoptar o no las prácticas silvopastoriles que promueve el proyecto. Para tal fin, en los dos países, las fincas se dividieron en grupos conformados al azar de acuerdo a la siguiente estructura: 1) Grupo A: fincas utilizadas como testigo o control para la investigación, 2) Grupo B: Fincas que reciben pago por servicios ambientales (PSA) y 3) Grupo C: Fincas que reciben pago por servicios ambientales y asistencia técnica. Del mismo modo las fincas que reciben el PSA se repartieron entre dos esquemas de pago: uno con duración de dos años y otro con duración de 4 años. Las fincas adscritas al esquema de pago por dos años reciben un total de \$ 110,00 por punto de incremento en el “*índice compuesto*”, mientras que las que reciben el PSA por cuatro años reciben \$ 75,00 por punto incremental.

Esta investigación tomó en cuenta un total de 267 fincas, distribuidas de la siguiente manera: 132 en Costa Rica y 135 en Nicaragua. Entre las conclusiones más relevantes se encontró que, en el caso de Costa Rica, las fincas que reciben PSA (Grupos B y C) han obtenido puntajes incrementales promedio por finca estadísticamente superiores al obtenido por el Grupo A (grupo control), lo cual indica la adopción de usos de suelo amigable con el ambiente por parte de los grupos que se benefician con el PSA. En el caso de Nicaragua, los grupos que reciben el PSA (Grupos B y C) presentaron puntajes incremental promedio por finca para el 2004, estadísticamente superiores al obtenido por el Grupo A, lo que indica un efecto positivo; es decir que se está adoptando los usos de suelos propuestos.

**Cerrud S, H.** 2004. Effect of the payment for environmental services and other socioeconomic variables in the adoption of silvopastoral systems in cattle areas of Costa Rica and Nicaragua. M. Sc. Thesis, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 167 p.

## SUMMARY

**Key words:** Pay for environmental services, adoption of technologies, silvopastoral systems, floor uses, biodiversity, fixation of carbon, cattle properties.

In the present research, the behavior of cattle farms is studied in two livestock areas that are part of the area of influence of the project you "*Approach Silvopastoral for the Integrated Management of Ecosystems*", this areas are located in it Esparza, Costa Rica and Matiguás, Nicaragua.

The objective of this research was to analyze the effect of the variables introduced by the project on the adoption level of friendly soil uses with the environment. The adoption level is measured through a compound index that qualifies each soil use present in the farms according to its contribution level to the protection of the biodiversity and the capacity to fix carbon. The farms were evaluated of the beginning of the project to establish a base line (2003) and the a new evaluation in the 2004 was carried out. The incremental points were assessed in the compound index for each farm and based on the obtained value of the payment for environmental services (PES) was carried out.

In this research, the effect of the payment for environmental services (PSA) and the payment plan is analyzed mainly about the decision of producers of adopting or not the silvopastoral practices that promote the project. For such an purpose, in the two countries, the farms were divided in groups conformed at random according to the following structure: 1) Group A: Farms used as witness or control for the research, 2) Group B: Farms that received PES and 3) Group C: Farms that received payment for environmental services and technical assistance. Farms that received the PES were distributed payments in two schemes: one with two year-old duration and another with four year-old duration. The farms attributed to the payment schimes by two years received a total of US\$110,00 per increment point in the "compound index", while those that received PES for four years received US\$75,00 per incremental point.

This research took into account a total of 267 farms: 132 in Costa Rica and 135 in Nicaragua. Among the most important conclusions was found, in the case of Costa Rica, the farms that receives PSA (Groups B and C) they have obtained incremental points average statistically for farms higher to the one obtained by the Group A (group control), that which indicates the adoption you uses of friendly soil with the atmosphere on the part of the groups that benefit with the PSA. In the case of Nicaragua, since the groups that receives PSA (Groups B and C) presented points average by farms for the 2004, statistically higher to the one obtained by the Group A, indicates a positive effect in the adoption of soil uses proposed.

## ÍNDICE DE CUADROS

		<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b>	Distribución de las fincas por grupo y esquema de pago en Costa Rica.....	100
<b>Cuadro 2.</b>	Valores promedios para diferentes variables alcanzados por los grupos de fincas en Costa Rica.....	108
<b>Cuadro 3.</b>	Valores promedios para diferentes variables alcanzados por las fincas según el esquema de pago en Costa Rica.....	112
<b>Cuadro 4.</b>	Resultado de algunas variables estudiadas para las fincas Ubicadas en Costa Rica, por grupo y esquema de pago .....	114
<b>Cuadro 5.</b>	Distribución de las fincas por grupo y esquema de pago en Nicaragua .....	119
<b>Cuadro 6.</b>	Valores promedios para diferentes variables alcanzados por los grupos de fincas en Nicaragua .....	127
<b>Cuadro 7.</b>	Valores promedios para diferentes variables alcanzados por las Fincas según el esquema de pago en Nicaragua.....	130
<b>Cuadro 8.</b>	Resultado de algunas variables estudiadas para las fincas ubicadas en Nicaragua, por grupo y esquema de pago .....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Representación gráfica de un proceso de adopción de tecnología agrícola.....	67
<b>Figura 2.</b> Representación del efecto de la adopción de una tecnología sobre la curva de producción.....	69
<b>Figura 3.</b> Representación del beneficio total para la sociedad por la adopción de un cambio tecnológico.....	71
<b>Figura 4.</b> Modelo utilizado para el análisis de factores que afectan la toma de decisiones a nivel de finca.....	89
<b>Figura 5.</b> Distribución porcentual del grado de escolaridad de los productores en las fincas Costa Rica.....	105
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de los Grupo A, B y C en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje por finca 2003, 2004 y puntos de incremento por finca 2004.....	107
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de los Grupo A, B y C en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y los puntos de incremento promedio por hectárea 2004 .....	109
<b>Figura 8.</b> Comportamiento de las fincas en los Esquemas de Pago 1, 2 y 3 en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004 .....	112
<b>Figura 9.</b> Comportamiento de los grupos en Costa Rica, de acuerdo al esquema de pago, en el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y el puntaje promedio de incremento por hectárea .....	113
<b>Figura 10.</b> Distribución porcentual del grado de escolaridad de los productores en las fincas de Nicaragua .....	124

**Página**

<b>Figura 11.</b> Comportamiento de los Grupos A, B y C en Nicaragua, según el puntaje promedio por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004 .....	126
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de los Grupo A, B y C en Nicaragua, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y los puntos de incremento promedio por hectárea 2004 .....	128
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de los grupos de fincas en Nicaragua, por esquema de pago, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004.....	130
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de los grupos en Nicaragua, de acuerdo al esquema de pago, el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y el puntaje promedio de incremento por hectárea .....	131

## **1 INTRODUCCIÓN**

En los países de América Latina la ganadería extensiva es una actividad fuertemente arraigada. Esta actividad está basada principalmente en pastizales, la mayor parte de ellos creados en áreas donde anteriormente existían bosques u otro tipo de vegetación nativa.

Las políticas de los gobiernos, especialmente en las décadas de 1960 y 1970, frecuentemente contribuyeron a promover en las fincas agrícolas a cambiar el uso de cultivos alimenticios, como granos básicos, a cultivos para la venta como el algodón, la caña y la producción de ganado. Esta situación se dio sobre todo en la vertiente del Pacífico, y trajo como consecuencia la migración agrícola a otras áreas más frágiles y la consiguiente presión sobre los recursos naturales.

La producción de carne de res constituye la actividad ganadera más importante en los países centroamericanos. Durante el período comprendido entre 1964 y 1973 hubo un gran repunte del precio real de exportación de carne de res, lo cual favoreció un incremento importante de la actividad ganadera. Este repunte coincidió con una serie de incentivos fiscales, crediticios, subsidios y un conjunto de condiciones que favorecieron la actividad ganadera en esa época. En la actualidad la desaparición de las condiciones que en años anteriores habían impulsado y favorecido el desarrollo de la ganadería ha llevado a la actividad ganadera al descalabro y ha obligado a muchos pequeños y medianos productores a abandonar la actividad ganadera.

La FAO (2001) reconoce que la pérdida de competitividad de la ganadería bajo sistemas extensivos de pastoreo y sus impactos ambientales negativos, no sólo obedece a cuestiones técnicas o científicas sino a factores sociales y a fuerzas económicas y políticas.

### **1.1 Planteamiento del Problema**

La industria ganadera comercial en Centroamérica está dominada por la crianza de bovinos. Aunque en los últimos años las operaciones de ganado lechero se han extendido a las zonas templadas de las tierras altas de la región, gran parte de la ganadería regional es para carne. Especies menores como ovejas, cabras y otros ruminantes son importantes en áreas locales para uso casero, pero no constituyen

industrias comerciales importantes en la región. A pesar de las muchas diferencias entre los sistemas de producción ganadera manejados a gran escala y en pequeñas fincas, la principal fuente de alimento para casi todo el ganado en la región Centroamericana es el pasto, con muy poco suplemento alimenticio. Las utilización de tecnologías y prácticas que contribuyan a incrementar substancialmente la productividad ganadera tanto en pastizales naturales como cultivados, generalmente, es escasa. Por ejemplo, sistemas agroforestales que incorporan leguminosas forrajeras a los pastizales no han sido adoptados en la ganadería tradicional (Leonard, citado por Ruiz 1996).

La rentabilidad y sostenibilidad de la ganadería extensiva está amenazada por diversos factores como la degradación de los pastizales (ligada al impacto en los suelos), la estacionalidad de la producción forrajera y las condiciones climáticas adversas. Las consecuencias inmediatas de estas amenazas han sido la reducción de la productividad, el aumento de los costos de producción y la degradación ambiental (FAO 2001).

En relación a la reducción de la productividad y el aumento de los costos de producción, Leonard, citado por Ruiz (1996) señala que las bajas tasas de carga y los bajos niveles nutricionales en las dietas para el ganado se combinan para que el tiempo que se requiere para llevar el ganado al matadero sea substancialmente más largo en América Central. Otro indicador del bajo nivel nutricional del forraje para el ganado en Centroamérica son los bajos rendimientos de leche promedio por vaca, ya que una gran cantidad de ganado en América Central está usado para doble propósito. Esto significa que, a pesar de lo arraigado que ha estado la ganadería en el sector rural y la contribución económica que hace al ingreso nacional, la industria ganadera en Centroamérica es una industria poco eficiente, dado que los niveles de productividad medidos en producción por hectárea de tierra o por la tasa de retorno de la inversión son muy bajos en la mayor parte de la región.

Algunas de las expresiones del deterioro ambiental provocado por la ganadería extensiva son: la pérdida de la biodiversidad, la compactación y erosión de los suelos, la ruptura del balance hídrico en las cuencas y el incremento en la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global (Pezo e Ibrahim 1996).



Buena parte de la degradación de los recursos naturales dentro de los sistemas pecuarios en la mayoría de las regiones ganaderas de América Latina se debe a la ausencia de incentivos para la apreciación del valor de la tierra y de la naturaleza (FAO 2001). En la actualidad, dentro de las alternativas para mejorar las situación de la ganadería, se han propuestos diversos sistemas agroforestales, en los cuales las plantas leñosas se utilizan en asociaciones con cultivos agrícolas o con animales en el mismo espacio. Entre estos sistemas sobresalen los sistemas silvopastoriles debido a que han demostrado diversos beneficios para las áreas dedicadas a la ganadería. Un sistema silvopastoril, según Pezo e Ibrahim (1999), es una opción de producción pecuaria en donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral.

En el proyecto CATIE-GEF-Banco mundial *“Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”* el principio rector del sistema de pagos por servicios ambientales propuesto es que el finquero provee servicios ambientales por medio de los cambios en el uso de la tierra en la finca, al pasar de monocultivos de pasturas naturales a sistemas de vegetación más complejos que incluyen la integración de árboles en los sistemas. Por lo tanto, cambios en los patrones de uso del suelo se tomarán como indicadores del volumen de los servicios ambientales a ser provistos.

## **1.2 Importancia de la Investigación**

Los Sistemas Silvopastoriles son una alternativa para mitigar o revertir el proceso de degradación en suelos dedicados a la ganadería. Además, favorecen la conservación e incremento de la biodiversidad y contribuyen a la fijación de carbono. Por ello es importante promover la adopción de estos sistemas en las fincas ganaderas, especialmente en zonas donde los suelos han sido degradados en alguna medida.

A pesar que diferentes estudios han demostrado los beneficios que se obtienen al implementar sistemas silvopastoriles en las tierras dedicadas a la ganadería, en la actualidad no existe información sobre cuáles son los factores que inciden en la decisión de los productores de establecer o no sistemas silvopastoriles en sus fincas. Por tal razón, es necesario determinar cuáles son los aspectos básicos que influyen en la decisión de los productores al momento de considerar la posibilidad de establecer sistemas silvopastoriles en sus propiedades.

El presente proyecto de investigación tiene por objeto determinar el efecto del Pago por Servicios Ambientales (PSA) sobre la adopción de sistemas silvopastoriles (SSP) en fincas dedicadas a la ganadería. Además se desea comparar el efecto del PSA versus otros factores sociales, financieros, técnicos e institucionales en el marco del Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas”.

El componente de políticas del proyecto “Sistemas Silvopastoriles para el Manejo Integral de Ecosistemas” tiene como principal objetivo medir y demostrar los efectos de la introducción del incentivo de pago por servicios ambientales para la adopción de sistemas silvopastoriles de manejo de tierras de pasturas degradadas en Colombia, Nicaragua y Costa Rica. El componente pago por servicios ambientales tiene como objetivo evaluar los efectos sociales, económicos y ambientales del pago por servicios ambientales en las zonas de implementación del proyecto. También forman parte de los objetivos de este proyecto: a) entender el proceso de toma de decisiones a nivel de finca; b) identificar y analizar las limitantes políticas para la masificación del proyecto; c) desarrollar mecanismos y estrategias para la sustentabilidad a largo plazo del pago por servicios ambientales; d) generar mecanismos de políticas que promuevan usos sustentables del suelo; y e) el diseño de acciones que informen a los tomadores de decisiones sobre los usos amigables del suelo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Identificar factores claves que influyen en la toma de decisión a nivel de la finca en cuanto a la adopción y el grado de adopción de sistema silvopastoriles.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

☞☞Evaluar el efecto del Pago por Servicios Ambientales (PSA) en la toma de decisiones a nivel de la finca en torno a los Sistemas Silvopastoriles.

☞☞Evaluar la importancia de la asistencia técnica en la toma de decisión de los productores en cuanto a usos sostenibles del suelo.

☞☞ Comparar la influencia del PSA versus otros factores sociales, financieros, técnicos e institucionales en la toma de decisiones a nivel de finca relacionadas con el cambio de uso de suelo y la adopción de sistemas silvopastoriles.

☞☞ Determinar los factores subyacentes o determinantes del nivel de servicios ambientales ofrecidos por las fincas al inicio del proyecto (línea base).

#### **1.4 Hipótesis**

☞☞ El pago por servicios ambientales es un determinante importante en la decisión de adoptar sistemas silvopastoriles.

☞☞ El pago por servicios ambientales y la asistencia técnica en conjunto son los mejores mecanismos para promover los sistemas silvopastoriles.

☞☞ Los productores con mayor nivel de educación, capacitación en sistemas silvopastoriles y mayor capital fijo incorporan mayor área con sistemas silvopastoriles.

☞☞ Los productores con mayor capital fijo adoptan sistemas silvopastoriles que demandan mayores costos de inversión.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Sistemas Silvopastoriles

Pezo e Ibrahim (1999) definen “*sistema silvopastoril*” como una opción de producción pecuaria en donde las leñosas perennes interactúan con los componente tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Desde un punto de vista de sustentabilidad un sistema silvopastoril es el que establece una asociación estrecha entre árboles y pastos, en una misma área, para obtener un aprovechamiento productivo y sustentable de la actividad ganadera a través de un manejo eficiente del conjunto (Proyecto Forestal Chorotega 1997).

Según Vázquez, citado por Ruiz (1996), un sistema silvopastoril es una forma especial de agroforestería, donde se combinan pastos con árboles. Las funciones de los árboles en los potreros es múltiple, ya que permite la protección y mejoramiento del suelo, mejora la calidad y producción de los pastos que crecen bajo los árboles, proveen de madera, forraje, leña, etc., además permite la protección a los animales del sol y del viento.

Los sistemas silvopastoriles si bien no son de uso generalizado cada día se están difundiendo más por los beneficios probados que representan para el productor. Los agricultores y ganaderos se han interesado en el manejo de árboles en pasturas debido a su valor para proveer alimento de alto valor nutritivo, especialmente, durante la época seca, y por su valor económico como madera y fuente de servicios ambientales (Harvey y Harber 1999; Souza *et al.* 2000).

Desde una perspectiva de sostenibilidad que favorezca el desarrollo económico, la protección de los recursos naturales y, especialmente, el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas, es necesario aplicar técnicas adecuadas para el desarrollo de la actividad ganadera en pequeña escala. Esta opción técnica la ofrecen los sistemas silvopastoriles y el mejoramiento y uso racional del bosque natural.

## **2.2 Principales Sistemas Silvopastoriles**

### **2.2.1 Pasturas en callejones “Alley Farming”**

Son arreglos que utilizan árboles o arbustos sembrados en líneas paralelas que acompañan a forrajes de corte o pastoreo con el objeto de mejorar el reciclaje de nutrientes, prevenir la erosión y también para reducir los efectos del pisoteo de los animales sobre el suelo (FAO 2001).

Las pasturas en callejones son una modificación de los cultivos en callejones, en el cual se establecen especies forrajeras dentro de bandas o hileras de árboles o arbustos leñosos. Estas pasturas pueden ser utilizadas como potreros o como áreas de cultivo bajo el sistema de corte y acarreo (Pezo e Ibrahim 1999).

### **2.2.2 Banco de Proteínas**

Un banco de proteínas es un área en donde se cultiva en forma intensiva un forraje con alto contenido proteico. Esta área debe estar cercada, para evitar daños y controlar el consumo. Las divisiones o apartos deberán estar diseñados de tal forma, que uno de sus lados colinde con el banco de proteínas para facilitar las operaciones de corte y traslado del forraje a los comederos (Proyecto Forestal Chorotega 1995).

El banco de alimentos energéticos es una modalidad en la cual se utilizan plantas especializadas en transformar la energía del sol en azúcares solubles, almidón o aceites para utilizarlos en alimentación animal (FAO 2001).

De acuerdo a Pezo e Ibrahim (1996) los bancos forrajeros son áreas en las cuales las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas se cultivan en bloque compacto y a alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva. Para que un sistema de este tipo reciba la denominación de “banco de proteína”, el follaje de la especie sembrada debe contener más de 15% de proteína cruda. Por otro lado, si el follaje de las forrajeras sembradas en este sistema presenta además niveles altos de energía digerible (70%), se le conoce como “banco energético-proteico.

### **2.2.3 Cercas Vivas**

Las cercas vivas representan la práctica silvopastoril más difundida en la tradición cultural ganadera, ya más de 100 especies se utilizan en América. Son un elemento

clave en la conectividad de bosques reductuales en paisajes ganaderos y pueden evolucionar hacia corredores biológicos microregionales (FAO 2001).

Rojas e Infante (1994) señalan que las cercas vivas son el conjunto de árboles que se utilizan para delimitar áreas o zonas de planificación de acuerdo con los usos de la finca. Es un sistema agroforestal donde el componente arbóreo es muy utilizado en América Tropical y se desarrollan según la función, materiales disponibles y recursos del productor. Los árboles, dentro del sistema sirven como soporte para alambres de la cerca. Las cercas vivas protegen los cultivos y animales contra el viento, tienen costo muy bajo y rinden gran variedad de producto.

Las cercas vivas son una modalidad de los sistemas silvopastoriles que consiste en la plantación de arbustos y árboles (en línea) en los linderos de las fincas, fundamentalmente postes de plantas con capacidad de rebrote a partir de tallo o ramas, cuyo objetivo principal es impedir el paso de animales o las personas, así como marcar los límites de las propiedades (CORPOICA *et al.* 1996).

#### **2.2.4 Maderables o Frutales Dispersos en potreros**

Los árboles dispersos en los potreros benefician a los animales con sombra y frutos y pueden ser fuente de madera y refugio para la fauna. En la flora tropical y subtropical de América existen especies de árboles y arbustos que pueden adaptarse a casi todos los agroecosistemas de pastizales (FAO 2001).

Según Rojas e Infante (1994) los árboles dispersos en potreros representan un sistema en donde el componente principal es el ganado, y el árbol actúa como regulador de las inclemencias del tiempo y fertilizante (en el caso de las leguminosas, que fijan nitrógeno atmosférico), como forraje para el ganado y productor de madera y leña.

La fertilidad debajo del árbol es mayor y la humedad del suelo se mantiene mejor, por la sombra que estos dan, así como por que a través del tronco del árbol se escurre el agua, lo que la hace más asequibles a las plantas herbáceas. Por lo anterior se ha determinado que la cantidad de pasto que crece debajo del árbol es igual o mayor que la producida a pleno sol, así mismo la calidad de estos es mejor, ya que contienen más proteínas y menos fibras (Vásquez, citado por Ruiz 1996).

### **2.2.5 Pastoreo en plantaciones de maderables o frutales**

En las plantaciones, cuando el distanciamiento de los árboles permite la entrada de luz, ocurre la proliferación de hierbas y pastos, los cuales pueden servir de alimento para el ganado. El pastoreo de éste ayudará disminuir la competencia y fertilizará el suelo con sus excrementos. Esta práctica debe aplicarse en plantaciones que hayan alcanzado por lo menos 5 m de altura, para así evitar o disminuir posibles daños causados por el efecto de apoyo o carga de los animales sobre los árboles (Rojas e Infante 1994).

En los sistemas plantaciones manejados bajo pastoreo, el producto derivado de la leñosa es generalmente la fuente principal de ingreso o al menos el objetivo primario del sistema, mientras que la producción animal es complementaria, ya sea porque los animales funcionan como reguladores de la competencia ejercida por las malezas o por los cultivos de cobertura, o porque ellos constituyen una fuente de ingresos adicionales en el sistema, antes que las leñosas entren en su etapa productiva. Por ello, cualquier efecto detrimental de los animales sobre la producción derivada de la leñosa o incluso sobre su manejo, hará incompatible la presencia del ganado en el sistema de plantación (Stür y Shelton, citado por Pezo e Ibrahim 1999).

### **2.2.6 Cortinas o Barreras Rompevientos**

Son franjas simples o múltiples de árboles sembradas con la finalidad principal de reducir el efecto negativo de los vientos sobre la vegetación de pasturas y sobre los animales, en especial los jóvenes. Eventualmente pueden contribuir a minimizar el impacto de huracanes, vendavales y otros eventos de naturaleza similar (FAO 2001).

Es un método para disminuir la erosión eólica y proteger a los cultivos agrícolas del efecto que produce la velocidad del viento reduciéndolo por debajo del valor crítico, hasta tal punto que produzca cambios importantes en la temperatura del aire, la humedad relativa, la humedad del suelo, la evaporación y transpiración de las plantas. El control de estos factores produce cambios que mejoran las condiciones de vida y reducen los daños causados a la agricultura y la ganadería (Rojas e Infante 1994).

### **2.2.7 Barreras vivas**

La barrera viva con leñosas perennes es una forma de cultivo en callejones en terrenos de pendiente. En este sistema, las leñosas son sembradas en contorno, perpendicular

a la pendiente, para proteger el suelo contra la erosión, reduciendo la velocidad de descenso del agua y atrapando partículas de suelo que se pudieran haber erosionado. Las barreras vivas serán consideradas como sistemas silvopastoriles en la medida que el follaje de las leñosas sea utilizado para la alimentación animal en esquemas de “corte y acarreo”, o cuando en las áreas intermedias entre las barreras se tengan pastos en lugar de cultivos de granos (Pezo e Ibrahim 1999).

## **2.3 Los Sistemas Silvopastoriles: Ventajas y Desventajas**

### **2.3.1 Ventajas**

Dentro de los beneficios directos que generan los sistemas silvopastoriles para la ganadería se pueden señalar que la introducción de especies arbóreas en las pasturas permite: a) mejorar el microclima, b) proteger el pasto y el ganado del viento, la humedad y el sol excesivo; c) disminuir la evaporación del suelo, d) fijar nitrógeno, lo que permite elevar el poder nutritivo de los pastos; e) servir como cercas vivas y cortinas rompevientos; f) estimar el reciclaje de nutrientes; g) aumentar la biodiversidad del sistema y h) captar dióxido de carbono. Por otro lado, con la introducción de las especies forestales forrajeras se logra: a) mejorar la capacidad de carga animal, b) disponer de forraje todo el año, c) disponer de madera para múltiples usos. Además la introducción de las especies forestales forrajeras permite una regulación del microclima que se traduce en un mayor rendimiento del animal tanto en peso como en producción de leche (Proyecto Forestal Chorotega 1997, Pezo *et al.* 1999).

En base a las necesidades pecuarias las especies de árboles que se utilizan en combinación con pastos deben contribuir en la alimentación animal, por lo que se ha determinado en la mayoría de ellos los siguientes beneficios: a) el alimento proporcionado por los árboles es adicional al que aportan los pastos y a menudo son más ricos en proteínas que las hierbas, b) permiten reducir el sobrepastoreo y la degradación del pasto, c) permite mantener a los animales en época de sequía cuando la cantidad y calidad del pasto disminuyen y d) pueden formar parte de estos sistemas como bancos de proteínas. Durante las horas calurosas el árbol puede proteger a los animales contra el sol y el viento, lo que repercute favorablemente sobre el comportamiento, el peso, la reproducción y la productividad animal, ya que en esas horas el animal padece de calor lo que hace que se incremente el ritmo respiratorio de



los animales, provocando así la pérdida de la energía consumida por el animal en el potrero (Vásquez 1994, citado por Ruiz 1996).

Tomando en cuenta un punto de vista ambiental y de conservación de suelos con la asociación silvopastoril se logra una mejor utilización del espacio vertical imitando la forma y estructura de la vegetación natural. Se produce un amortiguamiento de los efectos que causa, tanto el exceso como la deficiencia de agua en el sistema y mitigan los extremos de temperatura a nivel del suelo. Las raíces de los árboles pueden reducir la compactación y mejorar la infiltración de agua (Rojas e Infante 1994). Además, los árboles y arbustos aportan biomasa al suelo, la cual se transforma en materia orgánica que actúa como mejoradora de la fertilidad y estructura del suelo. Por otro lado, de acuerdo a Young (1997), la presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: a) actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; b) como cobertura, la cual reduce el impacto de las gotas, y c) como mejoradores de suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua; por todas estas condiciones los sistemas silvopastoriles representan una buena alternativa para los programas de conservación de suelos.

Desde un enfoque de protección de cuencas hidrográficas los sistemas silvopastoriles presentan varios beneficios ya que bajo condiciones climáticas tropicales, donde las precipitaciones son frecuentes y de alta intensidad, una cuenca sin cobertura vegetal está más expuesta al impacto de las gotas de lluvia, lo cual podría causar severos efectos erosivos, esto obviamente puede repercutir en daños a importantes obras, como son: represas y hidroeléctricas entre otras. Los daños mencionados pueden agravarse cuando las pasturas son sometidas a fuertes presiones de pastoreo que exponen el suelo y conducen a la formación de cárcavas, compactación de suelo y por lo tanto a disminución de las tasas de infiltración y a pérdida de suelo por efecto de la escorrentía (Ibrahim *et al.* 2003).

Los productores que tienen la ganadería como su actividad principal pueden obtener beneficios a través de la generación de ingresos adicionales mediante la incorporación de árboles y arbustos en sus áreas de pasturas, ya que existen generalmente buenos precios para la madera y otros productos derivados de los árboles como son frutas y leña. Es necesario agregar que los árboles dentro de las áreas de pasturas, dependiendo de su arreglo espacial y la zona donde estén ubicados, pueden generar

diversos servicios ambientales que en el futuro pueden ser también fuente de ingresos adicionales a través del pago por la generación de dichos servicios. De la misma manera, los productores que tienen la actividad forestal como su principal objetivo también pueden lograr ingresos adicionales incorporando el pastoreo dentro de sus plantaciones, ya que por un lado se tiene un área adicional para producir alimento para el ganado y por otro el pastoreo contribuye a eliminar la competencia que las gramíneas puedan ejercer sobre los árboles, reduciendo con ello los costos de limpieza o mantenimiento de la plantación. De hecho, aunque no son comunes, existen en algunos casos de este tipo de sistemas en América, por ejemplo: pastoreo en plantaciones de mango, cítricos, achiote (*Bixa orellana*), pejívalle (*Bactris gassipaes*) y marañón (*Anacardium occidentale*) (Chen 1993 y Reynolds 1995, citado por Pezo e Ibrahim 1999).

En general la literatura reporta que los sistemas silvopastoriles ofrecen una gran variedad de beneficios tanto agronómicos como ambientales y también económicos. Existen muchos estudios que demuestran los beneficios de la introducción de árboles en las áreas de pasturas mediante la utilización de diferentes sistemas silvopastoriles (Bronstein 1984, Bustamante 1991, Peso 1999, Ibrahim *et al.* 2003); sin embargo, la mayoría de esos estudios están basados en un enfoque agronómico, por lo que se mencionan bondades de los sistemas en cuanto al aporte nutricional, disponibilidad de follaje en la época seca, adaptación a diferentes condiciones ambientales, arreglo espacial de la especie, capacidad de rebrote y rendimiento de biomasa comestible, entre otras; pero estudios sobre aspectos económicos, específicamente, sobre la rentabilidad y sostenibilidad de estos sistemas son escasos (Pezo *et al.* 1999). Por otro lado, las evaluaciones económicas realizadas de algunos sistemas silvopastoriles no toman en cuenta los posibles beneficios ambientales que ellos pueden generar (Pezo e Ibrahim 1999). Por ello los criterios o indicadores económicos utilizados para evaluar la conveniencia o no de estos sistemas no son la mejor alternativa desde el punto de vista ambiental.

Existen otros beneficios generados por los sistemas silvopastoriles relacionados a la protección de la biodiversidad y la captura de carbono, los cuales por ser aspectos esenciales en la presente investigación serán tratados en secciones separadas más adelante.

### 2.3.2 Desventajas

De acuerdo a Pezo e Ibrahim (1999) una de las desventajas frecuentemente asociadas a la combinación de leñosas perennes con pasturas, es que la copa de los árboles interfieren con el paso de la radiación solar hacia el estrato herbáceo, esta situación por lo general provoca un menor crecimiento de las gramíneas, lo cual es obviamente negativo para el mantenimiento del ganado.

Una de las desventajas que pueden presentar los sistemas silvopastoriles es que al favorecer el aumento de la biodiversidad también se provocan un aumento en el número de plagas para cultivos importantes, como por ejemplo: el arroz, frijoles y el maíz entre otros. Según manifiesta Carlos Castilla<sup>1</sup> en Apure, Casanare, Colombia la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas cercanas a bosques provocó que cultivos de arroz próximos a estas fincas se vieran afectados por el incremento de ataques de pájaros locales y migratorios. La misma situación, según Castilla, se presentó en el pacífico colombiano en donde se utilizaron sistemas silvopastoriles que incluían cocoteros y otras palmas, las cuales se vieron atacadas por loros, ardillas y micos.

Cabe indicar que si realmente los sistemas silvopastoriles pueden incrementar el número de plagas y ataques a cultivos que son de importancia para la venta o para el consumo familiar los beneficios que menciona la literatura sobre estos sistemas pudieran quedar anulados. Esta situación podría convertirse en un factor influyente en la adopción de estos sistemas por parte de los productores, principalmente de los productores pequeños que, generalmente, dedican parte de sus fincas a la producción de granos básicos para el consumo familiar o para venta.

Dentro de los sistemas silvopastoriles las cercas vivas han tomado mayor relevancia económica y ecológica en los últimos años, en parte porque su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales (Holman *et al.* 1992); sin embargo, en algunos países como Costa Rica y Panamá, el costo de la mano de obra para el corte y acarreo probablemente representa una limitante fuerte para su utilización. Por esta misma razón, a pesar de que diferentes estudios (Benavides 1995, Holman y Estrada 1997, Ibrahim 1999) han demostrado los beneficios que se pueden

---

<sup>1</sup> Las situaciones indicadas por Carlos Castilla están contenidas en el documento Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales: Memoria de una conferencia electrónica realizada entre septiembre y diciembre de 2001, p. 46.

generar con la utilización de bancos de proteínas (también llamados bancos forrajeros o energéticos) su utilización no es una práctica común y, según Ibrahim (1999), se espera que los bancos forrajeros sean más atractivos para los ganaderos de países como Nicaragua, Honduras y El Salvador, en donde el costo de mano de obra es bajo.

Holman y Estrada (1997) en un estudio realizado con ganaderías de doble propósito en la región del pacífico central de Costa Rica desarrollaron modelos económicos que muestran que la rentabilidad marginal de las gramíneas y leguminosas es una función del costo de mano de obra, del precio del producto y la productividad del sistema. Según este estudio el uso de *Cratylia argentea* es 47% más rentable que el uso de pasto natural jaragua (*Hyparrhenia rufa*), cuando el precio de la leche fue US\$ 0.30 kg. La importancia del precio de la mano de obra queda en evidencia en este estudio ya que, Holman y Estrada, encontraron que cuando la leche cae a un precio de US\$ 0.20 kg la rentabilidad de *C. argentea* es prácticamente cero, debido a que se utiliza más mano de obra (233%) que con jaragua.

Un factor de gran importancia en relación a los sistemas silvopastoriles es el elevado costo de establecimiento de algunos de los sistemas lo cual se traduce en una desventajas considerable para la adopción de estos sistemas o cuando menos es una limitante muy fuerte. Por ejemplo, Jansen *et al.* (1996), en un estudio sobre pasturas en callejones, en la zona atlántica de Costa Rica, encontró que debido a los altos costos de establecimiento de la *Erythrina berteroana*, aunado al alto costo de la mano de obra, la tasa interna de retorno (TIR) para un sistema *B. brizantha* + *A. pintoi* + *E. berteroana* era menor (TIR = 35%) que el obtenido para el asocio de *B. brizantha* + *A. pintoi* + leguminosa arbórea.

En general la información sobre las ventajas y desventajas que se pueden generar a partir de la utilización de los sistemas silvopastoriles es escasa, en la mayoría de las investigaciones se ofrece información sobre aspectos agronómicos o biológicos de los sistemas (sobrevivencia, aporte nutricional, manejo agronómico, resistencia a las condiciones ambientales, entre otras), pero evaluaciones basadas en un punto de vista de rentabilidad económica de los sistemas son muy limitadas. Por otro lado, las escasas investigaciones reportadas en la literatura sobre la rentabilidad de los sistemas silvopastoriles evalúan periodos de tiempo muy corto, por lo que no se tiene información

sobre la sostenibilidad de los beneficios o la rentabilidad en los sistemas (Pezo *et al.* 1999).

El elevado costo de la mano de obra, aunado a la fuerte inversión que se debe realizar en la fase de establecimiento (preparación del terreno, compra de semillas e insumos, labores culturales) de algunos sistemas silvopastoriles parecen ser las principales limitantes para su adopción (Jansen *et al.*, 1996, Holman y Estrada 1997, Ibrahim 1999). La falta de recursos para sufragar los costos de algunas prácticas silvopastoriles puede ser la causa de la forma lenta en que los productores van incorporando dentro de sus fincas sistemas silvopastoriles y usos del suelo amigables con el ambiente. Quizás debido a esta situación alternativas silvopastoriles como, por ejemplo: bancos proteicos o energéticos, pastos de corte y acarreo, los cuales demandan gran cantidad de mano de obra, aún cuando representan grandes beneficios para la cría del ganado no han sido ampliamente adoptados. Frente a esta situación se requiere hacer uso de otras estrategias para favorecer la adopción de estos sistemas, ya que la falta de políticas e incentivos para promover la adopción de sistemas silvopastoriles en las regiones de América Latina ha sido una de las principales limitaciones (Ibrahim *et al.* 2003). En base a lo anterior el pago por servicios ambientales (PSA) surge como una de las alternativas que se debe considerar y evaluar como un medio para favorecer la adopción y difusión de los sistemas silvopastoriles.

#### **2.4 Los Sistemas Silvopastoriles y la protección de la biodiversidad**

América Central presenta condiciones ambientales muy disímiles, la diversidad fisiográfica y ecológica, junto a las variaciones de precipitación entre 400 y 7500 mm por año y elevaciones desde el nivel del mar hasta cerca de 4000 msnm hacen posible que se tenga una enorme riqueza de especies tanto vegetales como animales (Kass *et al.* 1992, Pezo *et al.* 1999). Sin embargo, grandes áreas bosques tropicales han sido taladas para el establecimiento de pastizales y cultivos, por lo cual el conjunto de paisajes forma un mosaico de pastizales, campos agrícolas esparcidos con diferentes tipos de vegetación (bosques riparios, bosquetes, árboles dispersos, cercas vivas, y otras) y fragmentos de bosques. Cerca del 40% de Centroamérica está actualmente cubierto por pastizales (Guevara *et al.* 1992, Ibrahim y Schlonvoight 1999). A pesar de la gran diversidad biológica que poseen los bosques tropicales de Centroamérica, en la áreas de pastura puras (monocultivo de gramíneas) se presentan condiciones que sólo

permiten albergar muy pocas especies, es decir, que la conversión de bosques en pasturas puras amenaza la sobrevivencia de muchas especies (Pezo *et al.* 1999, Curso internacional sobre ganadería y medio ambiente 2003). Frente a estos dos escenarios, bosque tropicales con amplia diversidad y pasturas puras con pocas especies, surgen los sistemas silvopastoriles como una alternativa intermedia, ya que los sistemas silvopastoriles tienden a tener una alta diversidad genética y a incorporar una amplia variedad de especies de árboles, arbusto y pastos que son deliberadamente plantadas o mantenidas por el agricultor. Los componentes arbóreo, arbustivo y pastura, a su turno, proveen estructuras físicas, recursos y hábitat que apoyan especies de plantas y animales (Ibrahim *et al.* 2003). De acuerdo a Harvey *et al.* (2000), citado por Harvey (2001), una significativa porción de la biodiversidad original del bosque tropical puede ser mantenida dentro de las áreas de pasturas, si estas son diseñadas y manejadas apropiadamente. En este sentido Harvey (1998) manifiesta que el impacto sobre la biodiversidad de los bosques podría ser menor si los productores mantuvieran especies forestales o rodales de árboles en las pasturas, porque estos sirven como productores de semillas, fuentes de hábitat y alimentación de animales.

Los sistemas silvopastoriles representan una buena estrategia para mantener y conservar la biodiversidad, por ejemplo: bosquetes, plantaciones en línea, cerca vivas o cortinas rompevientos si son usados para conectar parches de bosques pueden servir como corredores biológicos para animales y plantas. Los corredores biológicos son muy importantes en paisajes agrícolas caracterizados por ecosistemas fragmentados ya influyen sobre el movimiento de los animales y la dispersión de las plantas. Estos corredores tienen como objetivo permitir que los animales se muevan de un parche a otro, aunque no adopten ese espacio como hábitat, pero con ello se logra el intercambio genético y garantizar la supervivencia de muchas especies (Harvey 2001, Ibrahim *et al.* 2003).

Una evidencia de la importancia de la presencia de la cobertura arbórea para la protección de la biodiversidad está dada por el estudio realizado por Cárdenas (2002) en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, en el cual se encontró diferencias en cuanto a la abundancia, riqueza, diversidad y composición de las especies de aves entre seis hábitat diferentes, los cuales incluían bosque seco, bosques riparios, charrales, cercas vivas, potreros de alta cobertura de árboles y potreros de baja cobertura de árboles. En

este estudio los potreros (pasturas) con alta densidad de árboles y los bosques riparios presentaron más especies de aves que las registradas en los fragmentos de bosque seco, charral, cerca vivas y potreros de baja densidad arbórea. El estudio de Cárdenas sugiere una regresión positiva al comparar la riqueza de la vegetación y el número de especies e individuos de aves propias del bosques. Cárdenas indica que en los potreros de alta cobertura arbórea, aún si contienen pocas especies de árboles, se encuentra abundancia y riqueza de especies de aves significativas dentro del paisaje fragmentado, en comparación con los potreros de baja cobertura arbórea.

En otro estudio sobre la biodiversidad en sistemas silvopastoriles realizado por Harvey (2000) en Monteverde, Costa Rica, se obtuvo que 89 especies diferentes de aves encontraron habitat en cortinas rompevientos asociadas con pasturas; mientras que un 25% de un total de 400 especies de plantas conocidas en la zona regeneraron en las cortinas rompevientos. Por otro lado se encontró que una amplia variedad de especies de insectos también habitan las cortinas rompevientos, ya que éstas les sirven de fuente de alimento, sitios de apareamiento, descanso y para hibernación. Además muchos de los insectos presente dentro de las cortinas rompevientos son organismos benéficos, tale como polinizadores de cultivos, predadores o parásitos de plagas agrícolas.

En cuanto a los sistemas silvopastoriles basados en árboles dispersos en potreros tenemos que los árboles funcionan como importantes focos para la dispersión de semillas, provocada principalmente por la ayuda de las aves. Además los árboles brindan habitat a muchas especies de animales y plantas epífitas.

En resumen podemos manifestar que los sistemas silvopastoriles de acuerdo a su localización, tipos de asociaciones, diseño y el tipo de manejo que se les aplique pueden presentar diferentes formas de apoyar la protección de la biodiversidad, por lo que se pueden tener sistemas con una alta biodiversidad y otros con escasa capacidad para proteger la misma.

## **2.5 Los Sistemas Silvopastoriles y la fijación de carbono**

La temperatura media del planeta ha sufrido en el presente siglo un aumento de 0.5 °C y, según algunas proyecciones, podría elevarse a 2.5 o 4 °C para la segunda mitad del siglo XXI si la tendencia continúa. El calentamiento global del planeta tendrá

consecuencias muy serias tanto para la subsistencia de la humanidad como para el resto de las especies que habitan el planeta. Este fenómeno afectará la sociedad global provocando graves problemas ecológicos, sociales y económicos. Por ejemplo, habrá una alteración de los patrones de lluvia, ocasionando sequías en algunas partes del mundo, lluvias excesivas en otras, tormentas y ciclones cada vez más violentos y frecuentes, mayor incidencia de plagas agrícolas y enfermedades humanas (Ciesla 1996, Finegan y Delgado 2003). El área centroamericana, adicionalmente a los efectos ya mencionados, se verá afectada por un incremento en el nivel del mar, el cual puede ser de entre 2 y 10 cm por década. Además aumentarán las épocas de sequía, principalmente, en Guatemala y el sur de México (Fundación Solar 2000).

El calentamiento global tiene su origen en la acumulación de los denominados gases de efecto invernadero, los cuales son producidos, principalmente, por las diversas actividades humanas. Estos gases tienen la propiedad de absorber la radiación emitida por la superficie de la tierra, por ello si su concentración en la atmósfera aumenta las temperaturas se elevan, pero si la concentración se reduce las temperaturas bajan. El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es uno de los gases de efecto invernadero más importante y es liberado a la atmósfera a través de muchas actividades productivas de la sociedad. Se estima que la mayor parte del aumento en las concentraciones atmosféricas de  $\text{CO}_2$  provienen del uso de combustibles fósiles; mientras que del 20 al 25% del aumento durante los últimos 150 años proviene de cambios en el uso de suelo (Carson 1996, WHRC 2003).

Los países desarrollados son los que aportan la mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, básicamente porque poseen un sector industrial y de servicio que consume grandes cantidades de combustibles fósiles, es por ello que la sociedad espera que sean los que adopten mayores medidas para reducir sus emisiones. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC), aprobada en 1992 en la Cumbre de la Tierra realizada en Brasil, señala que los países industrializados deben tomar medidas para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Brown y Adger 1994).

Es en base a las disposiciones de la Convención Marco (CMCC) que se crearon las primeras alternativas para que los países industrializados (demandantes) lleven a cabo "*Actividades Implementadas Conjuntamente (AIC)*" con los países en desarrollo



(oferentes) que permitan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Posteriormente, con la aprobación en 1997 del Protocolo de Kyoto, se establecieron las bases para desarrollar un “*mercado del carbono*” a nivel internacional. Los países industrializados se comprometieron en Kyoto a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5% con respecto al nivel de emisiones de 1990 (OCIC 1998). Un acuerdo importante del Protocolo de Kyoto son los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que son proyectos llevados a cabo entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo, en los cuales los industrializados ofrecen una fuente de capital para financiar el desarrollo limpio y energético eficiente. Estos proyectos buscan promover actividades para reducir la deforestación y la degradación de los bosques en países en vías de desarrollo (Fundación Solar 2000).

Es dentro de este panorama que surgen los sistemas silvopastoriles como una alternativa para lograr la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Debido al interés mundial en que se produzcan cambios en el uso del suelo y que se mejoren las prácticas utilizadas en la ganadería, se hace necesario investigar las causas que impiden que las actividades agropecuarias sean más amigables con el ambiente. En tal sentido, la presente investigación pretende determinar los factores que afectan la adopción de los sistemas silvopastoriles, de tal forma que en base a los resultados se implementen mejores estrategias para lograr la difusión y adopción de estos sistemas, ya que ellos contribuyen a reducir la concentración del CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

A continuación se presenta una revisión de las investigaciones realizadas sobre los sistemas silvopastoriles y su capacidad para capturar y almacenar carbono:

### **2.5.1 Liberación de tierras para regeneración natural**

De acuerdo a Ibrahim *et al.* (2003) la introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos y bancos forrajeros, a la vez que mejoran la calidad de la dieta nutricional del ganado, también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural y constituirse como sumideros de carbono. La reducción paulatina y ordenada de las tierras dedicadas a la ganadería es factible, mediante tecnología amigable con el ambiente que permita intensificar las tierras de mayor vocación pecuaria y liberar otras para plantación de árboles o regeneración natural y así contribuir a la captura de

carbono (Montenegro y Abarca 2000). En este sentido, Budowski (1998) indica que cada tonelada de materia de tronco y ramas de los árboles contiene aproximadamente 50% de carbono, por lo que mientras más tierra exista para el crecimiento de árboles, más secuestro de carbono habrá.

De acuerdo a Montenegro y Abarca (2000), Costa Rica tiene un área considerable de tierras abandonadas o subpastoreadas, aproximadamente un 18% del territorio del país; estas tierras tienen potencial para realizar manejos silvopastoriles, plantaciones forestales o regeneración natural, y con ello favorecer la captura de carbono. En relación al área centroamericana se estima que el 35% de las áreas dedicadas al pastoreo tienen algún grado de degradación, esta situación nos lleva a pensar que existen grandes extensiones en toda Centroamérica que pueden ser dedicadas a producir servicios ambientales, tales como: protección de cuencas hidrográficas, protección de la biodiversidad y fijación de carbono entre otros (Ibrahim *et al* 2003).

### **2.5.2 Prácticas silvopastoriles y la fijación de carbono**

Los sistemas agroforestales son la mejor opción para capturar carbono en suelos de aptitud intermedia, después de la regeneración natural y de la plantación forestal en bloque, ya que pueden contener sumideros considerablemente grandes de carbono que no son contabilizados en inventarios de reservorios de carbono en bosques. Los sumideros superficiales de carbono en sistemas agroforestales son similares a aquellos encontrados en bosques secundarios; sin embargo, es importante indicar que el carbono acumulado en el suelo aumenta en los sistemas agroforestales (Kanninen 2000, Montenegro y Abarca 2000). En ese sentido, un estudio realizado por López (1999) en la zona atlántica de Costa Rica encontró que en un sistema silvopastoril el suelo almacenó por lo menos seis veces más carbono que la madera del tronco del Laurel (*Cordia alliodora*).

Algunas prácticas silvopastoriles, como por ejemplo: las cercas vivas, pastos mejorados, los bancos forrajeros y especies forestales combinados con pasturas, tienen un gran potencial para la fijación de carbono, ya que al mismo tiempo que las plantas crecen y mueren (o parte de ella como ocurre con la poda de las cercas vivas), el carbono de las plantas entra al suelo, donde puede ser almacenado o secuestrado en la materia orgánica del suelo a medida que se descompone, tanto en la superficie del

suelo como a mayores profundidades (Fisher y Trujillo 2000). Es importante señalar que el carbono orgánico del suelo es aproximadamente tres veces mayor que el retenido en los organismos vivos (Lal *et al.* 1995, citado por Fisher y Trujillo 2000).

De acuerdo a Ibrahim *et al.* (2003) el uso de especies leñosas asociadas a las pasturas en sistemas silvopastoriles tiene que evaluarse desde la perspectiva de sus contribución a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y de la captación de carbono, además de la factibilidad de sustituir en al época seca los suplemento de origen agroindustrial por suplementos producidos en la finca.

### 2.5.3 Pasturas nativas e introducidas<sup>2</sup>

La conversión de pasturas nativas o naturales a sistemas silvopastoriles pueden aumentar la acumulación de carbono del suelo, ya que varios estudios han demostrado que las gramíneas introducidas (pasturas mejoradas) en Sudamérica y Centroamérica incrementan la materia orgánica del suelo y acumulan mucho más carbono en el suelo que la pastura nativas. Por ejemplo, un estudio realizado por Fisher en áreas de pastoreo de los Llanos Orientales de Colombia encontró que las gramíneas africanas *Andropogon gayanus*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictyneura* acumularon mucho más carbono en el suelo que la pasturas nativas. Según este autor el 75% del carbono adicional fue encontrado por debajo de 20 cm, es decir, por debajo de la capa arable, lo cual sugiere que este carbono es menos propenso a pérdida durante cualquier fase de cultivo que se realice con cultivos y pastos (Fisher y Trujillo 2000, Ibrahim *et al.* 2003). De la misma manera, varios estudios realizado en el trópico húmedo de Costa Rica sobre el contenido de carbón total (CT) en el suelo mostraron valores entre 47.9 y 52 t de C ha<sup>-1</sup> en pasturas asociadas con *Brachiaria brizantha* y *Arachis pintoii*; mientras que en suelos de bosques primarios de condiciones edáficas y climáticas similares el valor fue de 53.3 t de C ha<sup>-1</sup>.

El potencial para fijar carbono de las tierras dedicadas al pastoreo es grande, ya que se sabe que las praderas ocupan alrededor de un quinto del área terrestre mundial, esto es alrededor de 3.4 millones de hectáreas; las praderas de los trópicos ocupan cerca de

---

2 Para los propósitos de esta investigación se tomaron las pasturas introducidas como pasturas mejoradas, debido a que las denominadas “*pastura mejoradas*” no son producto de mejoramiento genético; si no que, por lo general, se trata de especies nativas de otras latitudes que se trajeron a Latinoamérica por su adaptabilidad al clima, tolerancia a plagas y enfermedades, resistencia al pastoreo y alto rendimiento entre otras.

1.5 billardos (44% de total mundial) y se considera que la mitad de esta área son áreas que pueden ser mejoradas (Hadley 1993, Pearson y Ison 1987, citado por Fisher y Trujillo 2000) .

A diferencia de los pastos introducidos (mejorados), la mayoría de las áreas con pasturas nativas en el trópico son frecuentemente quemadas y raramente son fertilizadas, es por ello que, según Long *et al.* 1992, citado por Fisher y Trujillo 2000, el nivel del carbono en el suelo puede incrementarse si cesan las quemas y se aplica algún fertilizante. Fisher y Trujillo (2000) señalan que quienes tradicionalmente se benefician de las quemas de las pasturas naturales no cambiarán sus prácticas de manejo tan fácilmente, por lo cual indican la necesidad de algún tipo de incentivo económico. Obviamente, el pago por servicios ambientales puede ser unas de las alternativas a considerar para favorecer el cambio de uso del suelo.

El buen manejo de las pastura es un factor importante para lograr una mayor captura de carbono, por lo que se ha establecido que un apropiada intensidad de pastoreo mejora la calidad del suelo aumentando el contenido de carbono orgánico. El pastoreo adecuado además permite restaurar la fertilidad natural de la tierra y aumentar la actividad biológica (Kanninen 2000).

En relación a la asociación entre gramíneas y leguminosas, Fisher y Trujillo (2000), encontraron que la cantidad de carbono acumulado en pastos de gramíneas solas era prácticamente constante en  $3 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ; mientras que con la adición de un componente leguminoso el pasto aumenta la tasa carbono incorporado al suelo hasta casi cinco veces. Los datos anteriores facilitan la comprensión del valor que tienen los sistemas silvopastoriles que combinan pasturas con leguminosas para favorecer la acumulación de carbono en el suelo, es por que ello que se requiere estrategias que faciliten la adopción de prácticas de manejo que cumplan con esta función como son: las asociaciones de pastos con leguminosas y los bancos forrajeros o proteícos.

Un beneficio adicional ligado a la utilización de pasturas mejoradas es el relacionado con la reducción de las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ). El ganado posee un sistema digestivo que durante el proceso de transformación de la celulosa de los pastos a sustancias nutritivas produce metano, este es un gas que también se encuentra en la atmósfera y es responsable de buena parte del calentamiento del planeta ya que

contribuye al efecto invernadero. La actividad ganadera produce alrededor del 20% de la emisión mundial total de metano. En el caso particular de Costa Rica, se dice que la producción ganadera es responsable de más del 90% de la emisión total de metano (Ministerio de Ambiente y Energía 1996).

La literatura indica que entre los factores que influyen en la producción de metano por parte del ganado están las características físicas y químicas del alimento, las cuales afectan directamente el nivel de consumo y la frecuencia de alimentación, siendo así, se puede afirmar que la pobre nutrición contribuye a incrementar los niveles de emisión de metano. Cuando el ganado es alimentado con pastos mejorados se reducen las emisiones de metano y los productores pueden incrementar sus ingresos por el mejoramiento de la respuesta animal y el consiguiente aumento en la salud de los animales. Lo anterior sugiere que se necesitarían menos animales para producir la misma cantidad de producto, esto significa que la emisión de metano por unidad de producto obtenido es menor, es decir, que se emitiría menos metano en la producción de carne o leche. (Montenegro y Abarca 2000, Ibrahim *et al.* 2003).

En resumen, los sistemas silvopastoriles ofrecen muchas posibilidades de beneficios tanto económicos, ecológicos y ambientales; el grado de beneficio que se reciba va a depender del sistema silvopastoril adoptado y del adecuado manejo que se haga de esta tecnología. Cabe recalcar que estos sistemas permiten establecer relaciones de beneficios, tanto de carácter local como global, para los productores ganaderos y la sociedad en su conjunto.

## **2.6 Servicios Ambientales**

La Declaración de Río sobre el Ambiente y el Desarrollo aprobada en Brasil en 1992 establece la obligación de las autoridades nacionales de fomentar la internalización de los costos ambientales y de adoptar el principio de que quien contamina debe cargar con los costos de la contaminación. En esa ocasión se alcanzó a firmar una declaración no obligatoria, sin fuerza jurídica, de principios para un consenso mundial respecto a la ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques naturales y plantaciones forestales en todas las regiones geográficas y zonas climáticas. La Declaración también obliga a los Estados signatarios a analizar el bosque de manera integral y a analizar sus funciones vitales. Asimismo, obliga a analizar los productos y

servicios que provee tales como madera, empleo, captación de carbono, material genético, medicamentos, biodiversidad, protección del suelo y del agua, paisaje, y otras funciones conocidas en la literatura académica y de política como servicios ambientales (Carranza et al. 1996).

Los recursos naturales renovables, el capital natural, son una fuente primordial de los insumos en que se basa la producción y el sistema económico, además proporcionan servicios ambientales. Sin embargo, en términos generales, los recursos naturales y los servicios ambientales han sido bienes de bajo costo o de libre acceso, aspecto que ha ocasionado que los costos privados de bienes y servicios no hayan reflejado los verdaderos costos sociales de su uso y menos aún la provisión para el mantenimiento y la conservación de los recursos naturales que hacen posible tales servicios ambientales. Por esta misma condición dichos recursos han sido manejados de manera ineficiente en detrimento de los procesos ecológicos que sustentan la vida y que ahora pretendemos recuperar insertándolos en el marco del desarrollo sostenible como servicios ambientales (Espinoza *et al.* 1999).

Los servicios ambientales son el fruto de procesos ecológicos que tienen lugar en ecosistemas naturales o establecidos y pueden ocurrir independiente del contexto humano. Su impacto se puede dar a escala local, regional o global de acuerdo con las características del ecosistema y del paisaje. El flujo de servicios ambientales beneficia a la humanidad, entre otras cosas, con suelos fértiles, aire y agua limpia, mitigación del calentamiento global. Algunos de estos servicios son “esenciales” para sobrevivencia y bienestar de la humanidad (Alpízar *et al.* 2004)<sup>3</sup>.

Los ecosistemas naturales o establecidos (primarios, secundarios, plantaciones y sistemas agroforestales, agrícolas) son los proveedores principales de servicios ambientales para la humanidad. Los principales servicios ambientales, según Espinoza *et al.* (1999) y Alpízar (2003a), son los siguientes:

Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la fijación, reducción y almacenamiento de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases con efecto invernadero;

---

<sup>3</sup> Alpízar, F., Campos, J., Louman, B.; Parrotta, J. 2004. An integrated approach to forest ecosystem services (Entrevista). Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Conservación de la biodiversidad: un servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales, mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales;

Protección de recursos hídricos, en términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.;

Belleza escénica derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos y la base para el desarrollo del turismo en sus diferentes formas. Ecoturismo, turismo de playa y sol, turismo científico, de observación y aventura;

El mantenimiento de las áreas como bosques, humedales, arrecifes y manglares, que mitigan los impactos de los desastres causados por las inundaciones, derrumbes, sequías, etc., asociados con fenómenos naturales.

A pesar de los valiosos beneficios que prestan a la sociedad, los servicios ambientales se ven amenazada por las actividades humanas, las cuales alteran y reducen a gran escala el flujo y calidad de los mismos. En general la importancia de los servicios ambientales es sólo reconocida hasta que son perdidos o se encuentran amenazados. Por otro lado, aunque muchos servicios ambientales pueden ser restaurados con medidas apropiadas y tomadas a tiempo, la irreversibilidad suele ser el caso más generalizado (Alpízar 2003b).

### **2.6.1 Pago por servicios ambientales**

De acuerdo a Rodríguez (2002) el pago de servicios ambientales es un instrumento financiero que pretende darle sostenibilidad a la conservación y mantenimiento de la cobertura forestal.

El reconocimiento y pago de servicios ambientales podrían contribuir al desarrollo sostenible en el medio rural. El establecimiento de mercados de servicios ambientales contribuyen de distinta manera al desarrollo sostenible en el medio rural y, en algunos

casos, su ámbito de beneficios trasciende el nivel local y adquiere importancia regional y global. Estos servicios aportan y sugieren mecanismos nuevos y novedosos para atender tanto la conservación de los recursos naturales, como la posibilidad de crear nuevas actividades económicas, más empleos e ingresos en el medio rural. Asimismo, permiten la transferencia de conocimientos y de tecnologías, transferencia de recursos financieros de otros ámbitos, nacionales e internacionales, al medio rural. (Espinoza *et al.* 1999).

El valor que tienen los servicios ambientales y la necesidad de cobrar por ello son conceptos relativamente nuevos en el mundo. La razón no es antojadiza. Simplemente si deseamos continuar recibiendo agua, aire limpio y belleza escénica, que se traduce en ingresos por turismo, es necesario preservar, recuperar y manejarlos adecuadamente, y eso tiene un precio, que debemos pagar los usuarios de estos servicios. Desde otro punto de vista, si se quiere que determinado propietario de terreno lo dedique a la actividad forestal, es preciso asegurarle que gozará de todos los beneficios que produzca su plantación o bosque (Rodríguez 2002).

Frente al deterioro de los procesos ecológicos por parte de las diferentes actividades humanas, se observa una tendencia por rescatar dichos procesos e incorporarlos en el ámbito económico como servicios ambientales. Al valorizarlos se retribuye, por una parte, a quienes protegen y promueven el mejoramiento de los procesos naturales y, por otra, internalizando costos en los precios a consumidores nacionales e internacionales (Espinoza *et al.* 1999).

El pago por servicios ambientales en Costa Rica, según Rodríguez (2002), se brinda como retribución la mitigación de gases de efecto invernadero; protección de agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico; protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico; investigación y mejoramiento genético; protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos. Está dirigido a todos aquellos productores que realicen actividades de reforestación, manejo de bosques primarios y conservación o preservación de coberturas forestales.

La venta de servicios ambientales responde coherente y ampliamente a los mandatos surgidos de la Cumbre para la Tierra (Río, 1992), contenidos en el Programa 21, la



Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, la Declaración de Principios Relativos a Bosques, así como a otros acuerdos como la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Convenio sobre Diversidad Biológica.

La venta de servicios ambientales es una alternativa real y potencialmente sostenible de ingresos económicos para: la familia rural; los campesinos; los grupos étnicos, medianos y grandes productores agropecuarios; así como dueños de bosques, que por lo general, se ubican en el medio rural (Espinoza *et al.* 1999).

## **2.7 Caracterización de las zonas de influencia del Proyecto GEF-CATIE-BM**

El área de estudio para la presente investigación está comprendida por las zonas de influencia del Proyecto CATIE-GEF-BM en cada país. El proyecto Sistemas Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (Proyecto CATIE-GEF-BM) se implementó en Colombia, Costa Rica y Nicaragua en tres contextos históricos y geográficos muy distintos, lo que sin dudas tiene un valor muy importante para propiciar un aprendizaje comparativo, dado el carácter piloto del proyecto.

A continuación se presenta una descripción de las zona de influencia del proyecto en los dos países que son objeto de estudios:

### **2.7.1 Costa Rica<sup>4</sup>**

#### **2.7.1.1 Ubicación y aspectos biofísicos**

El área de intervención del Proyecto GEF-CATIE-BM en Costa Rica cubre una extensión de 87 km<sup>2</sup>, extendiéndose a través de 3 cantones: Esparza, Montes de Oro, y una pequeña parte de Puntarenas (cantón central de la provincia del mismo nombre), básicamente el distrito de Barranca. Sus límites aproximados son: al noroeste el río Aranjuez, al noreste la reserva de Zapotal, siguiendo el río Jabonal y luego una parte del curso del río Barranca arriba de la confluencia con el río Barranquilla, al sureste el río Jesús María y al suroeste la carretera Panamericana. Este territorio se ubica en la región del Pacífico Central del país, la cual tiene como ciudad principal a Puntarenas.

---

<sup>4</sup> La información presentada en esta sección está basada en la Evaluación Social realizada por el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial para el área de influencia del proyecto en Costa Rica.

Las principales características biofísicas del territorio de influencia del proyecto son: altitud entre 50 a 1000 msnm, temperatura media anual de 27° C, precipitación media anual entre 1500 a 2000 mm, humedad relativa de 65 a 80%. Generalmente, se presentan dos períodos de sequía o de escasez de lluvias: diciembre-abril y julio-agosto. En cuanto a la topografía, entre 50 y 200 msnm se presentan terrenos planos; mientras que arriba de 200 msnm se tienen terrenos ondulados con pendientes superiores a 30%.

### **2.7.1.2 Antecedentes de la cultura agraria local**

Poco se sabe de la historia agraria de la zona. Se supone que, mientras el latifundio extensivo de tipo guanacasteco ocupaba todas las tierras bajas, las laderas que rodean Esparza fueron frontera agrícola en el siglo pasado. Según habitantes actuales hace unos 40 años practicaban las quemas de potreros, lo que indica un manejo extensivo tradicional similar al que se sigue practicando en Guanacaste.

La colonización agrícola de la zona no fue solamente el resultado de la expulsión de mano de obra de la región de latifundio guanacasteco, sino también de la llegada de gente de Cartago. En sus costumbres, los esparzanos rurales de hoy son los testigos vivos de esta mezcla.

### **2.7.1.3 Caracterización socioeconómica del territorio**

La diversidad de la geografía física de la zona está marcada por dos grandes tipos de factores: el piso altitudinal y la conformación geomorfológica particular de cada una de las cuencas. Así por ejemplo, al sur del río Barranca se encuentra un relieve fuertemente quebrado, causado por la prolongación hasta el mar de las estribaciones de la cordillera occidental, mientras que las cuencas bajas de los ríos Aranjuez, Seco y Naranjo, al contrario, se abren ampliamente en la planicie costera. La cuenca del río Barranca tiene gran importancia por el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Puntarenas.

La población aproximada del área de influencia del proyecto es de 68,615 habitantes, de los cuales 50,695 (73.8%) se ubican en zonas urbanas y 17, 920 (26.1%) en áreas rurales. De igual manera, dentro de esta población existe un total de 2,615 (3.8%) analfabetas; mientras que 31,984 (46.6%) ha alcanzado el nivel de educación primario,

18,134 (26.4%) el secundario y 5,187 (7.5%) poseen educación universitaria (INEC 2000).

Por otro lado, a partir del estudio de los paisajes agrarios y del estudio cartográfico, en el área de influencia del proyecto se distinguen cuatro zonas:

**Zona 1:** Esta zona se extiende en la parte superior de las cuencas de los ríos Seco, Ciruelas y Naranjo, con alturas superiores a los 600 m. Esta zona incluye también la cuenca media de los ríos Sardinal, Guasimal y Aranjuez, entre los 350 y los 600 m. de altura.

Esta es una zona de clima fresco, las fincas son grandes, con un promedio de 65 ha y 27 cabezas de ganado, con una orientación hacia la carne y el doble propósito. Una parte importante del suelo está en bosque. La mitad de los productores de esta zona no viven en la finca y la mitad también tiene más de 1 finca. En muchos casos la legalización de la tierra está todavía en proceso.

**Zona 2** Esta zona se ubica entre 350 m y 600 m de altura, alrededor del pueblo de Miramar. Incluye parte de la cuenca de los ríos Sardinal y Aranjuez. Los productores de esta zona tienen fincas con un área promedio de 30 has., la orientación ganadera es hacia la leche y cría, la media de la carga animal es de 1.7 cab ha<sup>-1</sup>. La mayoría de los productores de esta zona tienen una sola finca. El cultivo de café es bajo en esta zona o no existe.

Los productores de esta zona parecen haber vivido una situación de descapitalización ya que han reducido su área y tamaño de hato en relación a los años 70. Los productores de esta región fueron prioridad en la asistencia técnica a mediados de los 90' pero la atención ha disminuido mucho hoy, básicamente por restricciones presupuestarias y la adopción de nuevas políticas agropecuarias. Los productores de esta zona recurren poco al crédito, esto debido quizás a los altos intereses de los mismo. Por otro lado, es importante anotar que los finqueros de esta zona muestran poco interés en participar en organizaciones si se les compara con otras zonas.

**Zona 3:** Se localiza al norte de Esparza, en la cuenca del río Barranca, también entre los 350 y los 600m. Los productores son generalmente pequeños, con una media de 34 has y escasos bosques en las fincas. La ganadería está orientada al doble propósito

y la media de la carga animal es de 1.1 cab ha<sup>-1</sup>. Un 25% de los productores tiene más de una finca. La mayoría de los productores ha reducido en 2/3 el área de café que tuvieron a principios de los 90'.

Los productores de esta zona han reducido el área de pastoreo a lo largo de lo 90', sin embargo han incrementado el hato, con lo cual se estima que, si bien la carga animal no es muy alta, el manejo tuvo que haber sido más extensivo en el pasado. Esta zona fue prioridad de la asistencia técnica desde los 90' lo que puede guardar relación con este proceso de intensificación reciente, ya que también hacen uso del crédito en proporción significativa, principalmente a través de la Cooperativa de Ahorro y Crédito de Esparza.

**Zona 4:** Localizada entre los 200 y los 350m en la cuenca del río Barranca. Se incluye en esta zona el sur de Esparza, con una vertiente hacia el río Barranca y otra hacia el Jesús María. Esta zona se extiende en la cercanía de la ciudad de Esparza. Es donde se encuentran productores medianos, con 45 has. en promedio. Existen escasos bosques, principalmente plantados por los productores. La carga animal es de 1.34 cab ha<sup>-1</sup>, relativamente alta. La actividad ganadera presenta los dos propósitos, carne y leche, en proporción similares. Un 25% de los productores tiene más de una finca.

La dinámica reciente en la zona ha sido marcada por la desaparición del café, y una tendencia a la disminución del hato, aunque manteniendo el área de la finca. Han sido prioridad para la asistencia técnica, aunque que con una baja en los 90' y lo siguen siendo hoy, así como para la consecución de crédito, principalmente bancario y también con la cooperativa de ahorro y crédito de Esparza. Consistentemente, presentan una propensión a la participación alta, ya que un 50 por ciento están en alguna organización, principalmente el Centro Agrícola Cantonal de Esparza.

#### **2.7.1.3.1 Aspectos económicos**

Las principales actividades agrícolas de la región son la ganadería de carne y leche y los cultivos de caña de azúcar, arroz y frutales.

El área de influencia del proyecto cuenta con una buena infraestructura de comunicación vial; está atravesada por la carretera Panamericana, varias carreteras pavimentadas y una extensa red de caminos secundarios de tierra o revestidos con grava. Esto permite el fácil acceso al principal mercado regional (Puntarenas), y la

comunicación con la meseta central, la ciudad de San José y las cuencas lecheras agroindustrializadas de Monteverde y Zapotal.

En general, productor ganadero de la zona del proyecto es propietario de su finca y posee la tierra desde tiempo atrás, en muchos casos las fincas provienen de herencias familiares. La gran mayoría de los productores residen en forma permanente en la finca junto a su grupo familiar.

En cuanto a las facilidades de financiamiento, tenemos que las tasas de los créditos agrícolas se encuentran en el orden del 21% anual. Sin embargo, en razón de la disminución del hato vacuno, el gobierno de Costa Rica prepara una operatoria crediticia por un total de US\$ 12 millones para aumentar el inventario vacuno en el país. La operatoria crediticia se implementaría a partir del año entrante a una tasa del orden del 16 a 18% de interés anual.

En relación al crédito agropecuario se observa lo siguiente: a) además de la banca privada y oficial, existen entidades de segundo grado, como el Centro Agrícola de Esparza, las cuales están facultadas por la ley para apoyar con crédito a los productores y que cuentan con un buen historial de repago, b) los costos de intermediación del crédito agropecuario son relativamente bajos, y c) el acceso al crédito por parte de los productores es relativamente fácil y se verá expandido en el futuro con la operatoria destinada a aumentar el hato vacuno indicado anteriormente.

La mano de obra empleada en las fincas de la zona del proyecto es predominantemente familiar, siendo el finquero el que ejecuta la mayoría de las labores agropecuarias. Sin embargo, se contrata mano de obra temporal para actividades tales como la chapea y la aplicación de herbicidas en los potreros. El valor promedio del jornal del peón temporal en la zona del proyecto es de aproximadamente US\$ 7,27.

#### **2.7.1.4 Aspectos relativos a la actividad ganadera**

Los sistemas de producción ganadera en la zona de Esparza son los siguientes: Ganadería de carne: El fin principal en estas fincas es la producción de animales para repasto o carne, existiendo dos modalidades: a) cría sin ordeño, donde se produce el ternero para su venta al destete (entre los 8-10 meses) a un peso de alrededor de los

150-180 kg y b) cría y desarrollo, donde se produce el ternero para su venta a un peso alrededor de los 300-400 kg.

Ganadería de doble propósito: Se da en fincas que poseen ordeño con venta de leche o queso y crianza de terneros para la venta de carne, donde el rango de ingreso entre los dos productos está en una relación de aproximadamente 30% y 70% independientemente de cual sea el que aporta más. En estas explotaciones predominan los cruces de animales cebuinos (Brahman) con animales de las razas Holstein, Jersey y Pardo Suizo.

La unidad de producción se compone generalmente de una sola finca. Sin embargo, la existencia del fenómeno de fraccionamiento de la unidad de producción no es raro. Se pueden encontrar casos en que el productor posea más de una finca (generalmente dos), teniéndose que una cumplen la función de “reservorio de pasto” a la cual se trasladan parte de los animales durante el verano para alivianar la carga ganadera en la finca principal. El valor de la tierra en la zona oscila entre los US\$ 2.000 – 3.000 ha<sup>-1</sup>.

## **2.7.2 Nicaragua<sup>5</sup>**

### **2.7.2.1 Ubicación y aspectos biofísicos**

El territorio de intervención del proyecto en Nicaragua comprende las cuencas del Río Bulbul y del Río Paiwás, localizadas mayoritariamente en el municipio de Matiguás, y en menor proporción en los municipios de Paiwás y Río Blanco, todos pertenecientes al Departamento de Matagalpa.

El Municipio de Matiguás se ubica a unos 250 km al Norte de Managua, la capital de Nicaragua. Posee una extensión de aproximadamente 1.335 km<sup>2</sup>. Las principales características biofísicas de esta área son: altitud entre 200 a 300 msnm, temperatura media anual de 27° C, precipitación media anual de 1800 a 2000 mm. De forma regular se presenta una temporada de sequía que se extiende hasta cinco meses. La zona presenta una tipografía fuertemente ondulada, con pendientes entre 30 a 50%, con suelos predominantemente arcillosos.

---

<sup>5</sup> La información presentada en esta sección está basada en la Evaluación Social realizada por el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial para el área de influencia del proyecto en Nicaragua.

La población es de unos 39.000 habitantes, con un alto porcentaje de población rural (80%) y una densidad de 29 habitantes por km<sup>2</sup>. El principal centro urbano en la zona es la ciudad intermedia de Matiguás (cabecera municipal) con 8.000 habitantes.

### **2.7.2.2 Antecedentes de la cultura agraria local**

Los inicios de las actividades agropecuarias en la zona se remontan a 1910 - 1920 aproximadamente, ya que en esa época inició la explotación de maderas preciosas y luego del hule. Así inició la frontera agrícola que luego despertó hacia Matiguás un flujo migratorio de campesinos pobres originarios de la región seca. Varias compañías norteamericanas explotaron los recursos forestales y mineros, creando caminos de penetración y desarrollando el transporte. La creación del municipio de Matiguás se remonta apenas a 1928. En Río Blanco, el municipio vecino hacia el este, la historia es similar, aunque posterior, ya que el esbozo de urbanización se encuentra hacia inicios de 1953 y la creación como municipio a 1974.

En década del 1950 se dio un fuerte proceso de expansión de la frontera agrícola ligado al desarrollo acelerado de la ganadería extensiva. La presión por la tierra se volvió más fuerte, pero las técnicas seguían siendo básicamente muy extensivas. La mayoría de los dueños de tierra no eran terratenientes tradicionales, sino finqueros pero sus sistemas ganaderos eran básicamente los mismos que en el latifundio, debido a la falta de alternativas tecnológicas para intensificar y a la facilidad para expandirse.

En la década de 1980 la reforma agraria afectó a los principales terratenientes de la zona: el 30 % de la superficie total en fincas del municipio de Matiguás y el 13% de las de Río Blanco cambió de manos. Se creó el Área de Propiedad del Pueblo (conjunto de Unidades de Producción Estatal o UPEs), y se constituyeron las primeras cooperativas colectivas, favorecidas con un acceso masivo al crédito subsidiado. Ello significó un uso generalizado de agroquímicos que, retrasó la crisis de fertilidad de los sistemas agrícolas.

Sin embargo, el excesivo control e intervención gubernamental en los canales tradicionales de comercialización, sustituidos por nuevos canales estatales, sumado a la parcialidad de la política de subsidio hacia el modelo colectivista, así como el compromiso político militar que implicaban los programas de apoyo, generaron un proceso de desconfianza e inconformidad en el campesinado, los finqueros y otros

sectores, pequeños comerciantes y transportistas rurales, lo que alimentó la guerra campesina antisandinista.

La guerra afectó seriamente la capacidad productiva en la zona: el proceso de ampliación de la frontera agrícola se vio frenado, pero la pérdida de capacidad productiva no se limitó allí. Muchas fincas fueron abandonadas y sus dueños obligados a emigrar. Se perdieron muchos caminos por falta de mantenimiento y las fincas en general sufren un severo deterioro y descapitalización. También se generó una fuerte escasez de mano de obra, la cual se incorpora de manera casi masiva a los bandos en conflicto, de tal manera que la ganadería restante se volvió más extensiva.

A partir de 1990, se reanudó el proceso de reforestación, ligado a la entrega de las cooperativas a los campesinos así como el reasentamiento de desmovilizados de la guerra, en ambos municipios. Las fincas ocupadas habían estado abandonadas por años, y los nuevos ocupantes no tienen capital para trabajarlas intensivamente, por lo que ellos también reprodujeron el sistema extensivo. En las medianas y grandes fincas ganaderas., el proceso de reactivación se inició muy lentamente.

En estos últimos años, se han dado señales importantes de reactivación en café, ganado y cacao. Las nuevas condiciones económicas y el apoyo de los organismos influyen positivamente para mejorar las condiciones de productividad, sobre todo aquellas de estrato medio y grande con mayor capacidad de acceder al mercado.

### **2.7.2.3 Caracterización socioeconómica del territorio**

Producto de la compleja historia agraria, el área de intervención del Proyecto GEF-CATIE-BM presenta una gran diversidad social, la cual se refleja en las tres zonas socioeconómicas que a continuación se describen:

**Zona 1:** Empresarial ganadera. La cual abarca la parte central y sur del Municipio, comprendiendo parte de las estribaciones de la cordillera Dariense, prácticamente toda la planicie de Matiguás, hasta extenderse por las colinas y valles semihúmedos del interior del municipio. Se trata, por ende, de una zona muy heterogénea en el aspecto físico, y cuyos rasgos distintivos son fundamentalmente socio-históricos.

Es la zona mejor comunicada (es una ruta lechera), con importante presencia de caminos transitables de todo tiempo e infraestructura de acopio y procesamiento



lechero, lo que ha dado lugar a la conformación de las llamadas cuencas lecheras alrededor de Matiguás. Sobre estas vías se han fortalecido precisamente los sistemas ganaderos de mayor intensificación lechera relativa. En toda la zona predomina la mediana y gran propiedad, antiguos y nuevos propietarios que se formaron después de la década de los 80's.

**Zona 2** Mediana producción ganadera de Trópico Húmedo. Esta zona abarca la parte oriental del municipio, ocupando aproximadamente un tercio del territorio y se prolonga en la parte occidental del municipio de Río Blanco. Desde el punto de vista físico se caracteriza por un régimen climático propio de trópico húmedo, con más de 2000 mm anuales de precipitación en un período de siete a nueve meses.

Es una zona relativamente menos comunicada, y con menos infraestructura de acopio y transformación que la anterior. Sin embargo, por la fuerte presencia de finqueros y campesinos, es una zona más diversificada que la anterior y aunque la actividad productiva principal es la ganadería, existe importante presencia de los granos básicos, musáceas, cacao y, en menor medida, café, frutales y tubérculos. Los niveles tecnológicos son predominantemente manuales, el uso de bueyes es muy limitado. Es una zona de baja densidad poblacional relativamente diversificada en términos sociales, pero con un peso social fuerte de finqueros de origen campesino.

**Zona 3:** De Reforma Agraria. Esta zona se constituyó a partir de los procesos inducidos o espontáneos de reforma agraria que han sucedido en el municipio, durante las dos últimas décadas. No es una zona homogénea y continua, sino que está conformada por pequeños bolsones (haciendas o fincas) dispersos por todo el municipio.

Esta zona que surgió a partir del asentamiento en propiedades de antiguos terratenientes, como consecuencia de las afectaciones de la Reforma Agraria o bien, por ventas anticipadas de sus propios dueños, para evadir posibles confiscaciones, o son producto de las tierras compradas por la Iglesia para venderlas a campesinos sin tierra en las zonas más conflictivas del municipio. Incluso, en la última mitad de los 90's, surgen por la toma indefinida de tierras por parte de desmovilizados de la resistencia o de rearmados, permaneciendo todavía en ellas con una inestabilidad jurídica.

### **2.7.2.3.1 Aspectos económicos**

La principal actividad económica en el área de influencia del proyecto es la ganadería, la cual representa la principal fuente de empleo y de recursos para sus habitantes. Se estima que el hato ganadero en el municipio es de unos 45.000 animales, calculándose que aproximadamente seis de cada 10 familias rurales tienen al menos una cabeza de ganado. Las actividades agrícolas más importantes en la zona son la producción de maíz, frijoles y musáceas. También hay producción de café y cacao, mientras que las producciones frutícola, de hortalizas y de tubérculos, si bien existentes, son poco significativas. Además de las actividades mencionadas anteriormente, es común la crianza de aves y cerdos en las fincas ganaderas de la zona.

La infraestructura vial en la zona del proyecto es relativamente pobre; durante la guerra la mayoría de los caminos transitables se deterioraron. No obstante, en los últimos años se han efectuado rehabilitaciones importantes en la red vial que han mejorado las condiciones de comercialización y permitido el acopio de leche en zonas que en el pasado se encontraban aisladas. La zona del proyecto se encuentra atravesada por la carretera asfaltada Matiguás-Río Blanco y se han reabierto numerosos caminos internos principales

La territorio del proyecto no hay grandes sistemas agroindustriales. Existe cierta infraestructura de acopio y procesamiento (queseras), concentradas mayoritariamente en la ciudad de Matiguás (4 de las 5 queseras en el municipio). En las comunidades del área rural predominan los sistemas artesanales de procesamiento de lácteos, cacao y café.

El área del proyecto no presenta mayores conflictos relacionados con la tenencia de la tierra, ya que las tierras otorgadas por medio de la reforma agraria han sido legalizadas. No obstante, existe un número de finqueros que carece de documentos legales sobre las mismas.

La mano de obra empleada en las fincas es predominantemente familiar, siendo el finquero el que ejecuta la mayoría de las labores agropecuarias. Sin embargo, se contrata ocasionalmente mano de obra temporal para actividades tales como la chapea y la aplicación de herbicidas en los potreros. El valor promedio del jornal del trabajador temporal en la zona del proyecto es de aproximadamente US\$ 2,50. Los finqueros

grandes, por lo general, tienen un mandador para ejecutar las tareas en la finca (salario mensual promedio: US\$ 59,30).

En relación al financiamiento se observa que la oferta de crédito en la zona es, en general, reducida. Si bien existen sucursales del Banco del Café y Bancentro en Matiguás, estas instituciones dirigen su oferta de crédito a los empresarios y finqueros ganaderos con grandes extensiones de tierra. El resto de los productores de la zona obtienen crédito por medio de organizaciones no gubernamentales especializadas o no en crédito, de la alcaldía, de organizaciones e instituciones del gobierno como el INTA y de organizaciones religiosas como la iglesia católica.

Entre las instituciones que prestan servicio de crédito se encuentra el Fondo de Desarrollo Local (FDL), el cual ofrece el servicio de crédito a comerciantes y finqueros con extensiones de tierra de hasta 100 ha (aunque no exclusivamente). El tipo de crédito que ofrecen es abierto. Para la producción agropecuaria la tasa de interés va del 17% al 22% anual sobre saldo. Los plazos de las operatorias varían, siendo el máximo de tres años. Los montos de los créditos dependen de la capacidad de pago del cliente, con un límite de US\$ 10.000.

#### **2.7.2.4 Aspectos relativos a la actividad ganadera**

En el territorio de influencia del proyecto la actividad ganadera se inicia con la colonización agraria de la zona en la década de los 50. Para el final de la década del 70 la “ganaderización” de la zona era total.

La ganadería en la zona del proyecto, al igual que en el resto de Nicaragua, ocupa sistemas de producción de doble propósito de leche y carne que tienen bajas inversiones de capital y de trabajo por unidad de área. Las prácticas productivas se basan en la alimentación del ganado con pastos naturales de baja calidad y con muy poco uso de forrajes cultivados o comprados. El manejo de las pasturas se hace con uso frecuente del fuego y se las somete a sobrepastoreo durante la época seca.

Las cargas animales son bajas, alrededor de 0,7 cab ha<sup>-1</sup>, con animales de razas criollas con cruces indefinidos con la raza Bhraman adaptada al trópico y con razas lecheras europeas. En las fincas que poseen mejor accesibilidad al mercado y mejor dotación de medios para el manejo del ganado, la presencia de genes de las razas

europas es más frecuente. La producción de litros de leche ronda en el orden de los 4.0 a 4.5 lt vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

En general las prácticas de sanidad y reproducción son muy precarias. Esto determina que los resultados técnicos y económicos por unidad de área sean muy bajos, y que el aumento en la producción depende en la ampliación del área de pasturas a costa de la reducción del bosque primario.

## **2.8 Factores que influyen en la toma de decisiones sobre la adopción de nuevas tecnologías a nivel de finca**

### **2.8.1 El proceso de toma decisiones**

La “*toma de decisiones*” es un proceso en el cual la persona debe escoger una alternativas de varias que se tengan para darle solución a un problema o simplemente para realizar una actividad. Existen muchos tipos de decisiones, por ello para tomar una decisión es importante tener encuentra el contexto en que se está, la importancia de la misma, la consecuencia que tendrá en el futuro y el tiempo que se tiene para decidir (Bottini 2004). En el campo agropecuario constantemente los productores tienen que tomar decisiones, algunas simples y de corto plazo, otras muy complejas y de efecto a largo plazo.

La de toma de decisiones en relación a la adopción de nuevas tecnologías, según Rogers (2003), conlleva un proceso en el cual un individuo pasa de un primer conocimiento sobre una innovación a formar una aptitud hacia la innovación, a una decisión de adoptar o rechazar, de implementar y usar la nueva idea, y a confirmar su decisión. El proceso para llegar una decisión final, de acuerdo a Rogers (2003), consta de cinco pasos: a) Conocimiento: Ocurre cuando un individuo se entera de la existencia de una innovación y aprende un poco sobre su funcionamiento; b) Persuasión: Ocurre cuando un individuo forma una aptitud favorable o desfavorable hacia la innovación; c) Decisión: Ocurre cuando un individuo compromete en la realización de una actividad la alternativa de adoptar o rechazar una innovación; d) Implementación: Se produce cuando un individuo pone la innovación propuesta en uso; e) Confirmación: Ocurre cuando un individuo refuerza la decisión que ha tomado sobre una determinada

tecnología, ya que si es expuesto a razones contradictorias sobre la tecnología adoptaba puede cambiar su decisión.

El proceso de toma de decisión es importante por que mediante el empleo de un buen juicio nos conduce a valorar profundamente un problema o situación para elegir el mejor camino a seguir según las diferentes alternativas o posibilidades. En este proceso, según Bottini (2003), existen varios componente a considerar: a) Información: Se requiere información para los aspectos tanto en contra como a favor de cada alternativa, con el fin de definir sus beneficios y limitaciones; b) Conocimientos: quien debe tomar la decisión debe tener conocimientos, ya sea de las circunstancias que rodean el problema o de una situación similar, esto ayudará a escoger una alternativa favorable, c) Experiencia: la experiencia acumulada de situaciones similares anteriores es una buena base de referencia para resolver problemas actuales o futuros; d) Análisis: Todo problema debe ser analizado cuidadosamente, en ausencia de un método matemático para el análisis se debe buscar algún método alterno; e) Juicio: El juicio es necesario para combinar la información, los conocimientos, la experiencia y el análisis con el fin de seleccionar la mejor alternativa. Se puede decir que no existen sustitutos para el buen juicio.

### **2.8.2 Modelos para la toma de decisiones**

En la actualidad existen varias propuestas o modelos teóricos que tratan de explicar el proceso de toma de decisiones tanto en forma individual como colectiva. Dado que las decisiones sobre adopción de nuevas tecnologías a nivel de finca pueden ser tomadas por una sola persona (el jefe de familia o un administrador) o en forma grupal (la familia) abordaremos en primera instancia los modelos de decisión a nivel individual y luego se presentará una síntesis de los modelos ligados a decisiones grupales. Sin embargo, vale la pena indicar que por efecto de la “*cultura machista*” predominante en las sociedades rurales latinoamericanas las decisiones de relevancia en la fincas son tomadas, en la mayoría de los caso, por los hombres (el jefe de la familia). Por ello se hará énfasis en los modelos que tratan de explicar la toma de decisiones a nivel individual. Entre los modelos de decisión individual los más destacados son:

**El modelo racional:** Este modelo se fundamenta en la racionalidad comprensiva, concepto que se define como el análisis que requiere de una meta y una comprensión

clara de las alternativas mediante las se puede alcanzar una meta, un análisis y evaluación de las alternativas en término de la meta deseada, la información necesaria y el deseo de optimizar. La racionalidad en la toma de decisiones indica que el decisor además de comprender claramente la situación que se le presenta, debe tener la capacidad de analizar, evaluar, reunir alternativas, considerar las variables, es decir, aplicar estas técnicas para encontrar soluciones razonables (Bottini 2004). El modelo racional es una de las primeras aproximaciones del hombre para aprehender su realidad, se sustenta en la observación de ciertas regularidades que se presentan en la naturaleza. Este enfoque exige del individuo decisor un conocimiento claro acerca de: a) Su sistema de preferencias (sustentado en criterios, códigos axiológicos, ontológicos y experiencias); b) Las alternativas, los eventos incontrolables, los resultados; c) El comportamiento de los elementos del universo que hacen a esos conceptos; d) Una forma de medir esos elementos y sus preferencias, e) Una metodología suficientemente rigurosa para llegar a apreciaciones razonablemente aceptadas y suficientemente flexible para abarcar la tremenda complejidad que el proceso decisorio implica; f) Una cantidad adicional de variables, elementos, funciones y métodos para abarcar el problema correctamente (Salgado y Espinosa 2004).

Según el modelo racional el decisor contempla el universo desde dos perspectivas distintas, una visión *a priori* y una *a posteriori*. En la visión *a priori*, se analiza el universo existente en ese momento y en cualquier momento posterior (futuro). En la perspectiva *a posteriori*, se cuestiona el universo existente en ese momento y en cualquier momento anterior (pasado).

El modelo racional se basa en la construcción de un modelo simplificador de la realidad o sea un modelo de la situación. El decisor, según este modelo, busca la optimalidad, el máximo beneficio o la máxima gratificación. Este modelo se fundamenta en una racionalidad tradicional donde los medios y los fines están establecidos de un manera clara y transparente, en donde ninguno de los elementos de decisión es cuestionado por el que decide.

**El modelo de racionalidad limitada o acotada:** Este modelo se basa en la acción racional limitada debido a la falta de información, de tiempo o de la capacidad para analizar alternativas a la luz de las metas buscadas, metas confusas; la tendencia humana a no correr riesgos al tomar una decisión. Este modelo también se le conoce

como “*Modelo de la Satisfacción Suficiente*” debido a que el decisor, según este modelo, escoge cualquier alternativa que sea satisfactoria o lo bastante buena, según las circunstancias, para resolver un problema (Moody 2001). Debido a las limitantes mencionadas anteriormente a cerca de la racionalidad, indica Bottini (2004), que las tareas del decisor se resumen básicamente en establecer metas y analizar algunas alternativas y tomar la primera que permita satisfacer los objetivos. En este mismo sentido Moody (2001) indica que a pesar de que las decisiones se toman con el deseo de salir adelante en una forma tan segura como se posible, la mayoría de los decisores se ven obligados a tomar la mejores decisiones (alternativas) que puedan, dentro de los límites de la racionalidad y de acuerdo con el tamaño y la naturaleza de los riesgos implícitos.

**El modelo de selección:** Es otro modelo sobre la toma de decisiones a nivel individual; el mismo se basa en comparaciones sucesivas de alternativas posibles. En este modelo el tomador de la decisión examina las alternativas para establecer una mezcla de metas y consecuencias. Según los defensores de este modelo lo que se busca con él es elegir políticas o alternativas que sean marginalmente diferentes a las del pasado (Bottini 2004).

**El modelo psicológico:** Como una propuesta para comprender el proceso de toma de decisiones a nivel individual este modelo se fundamenta en los patrones cognoscitivos del tomador de decisiones. Según este modelo todos aquellos que toman decisiones seleccionan las metas, pero difieren ampliamente en cuanto a la recopilación y evaluación de la información. Esto explica en parte por qué las diferencias en el tiempo que requiere un individuo para tomar una decisión sobre algún problema en comparación a otros, ya que los conocimientos influyen en cada ser de manera diferente.

A continuación abordaremos de manera breve los modelos de toma de decisión relacionados con decisiones grupales. Entre estos modelos los más destacados son:

**a) Modelo racional:** En este modelo, al igual que en las decisiones individuales, se basa en la racionalidad comprensiva. En síntesis podemos decir que los grupos seleccionan metas, examinan todas las alternativas y consecuencias y luego toman una alternativa que maximice la meta o objetivo deseado. **b) Modelo burocrático:** En este modelo las decisiones son un producto del grupo, y se toman en cuentas acuerdos y

costumbres del grupo en cuanto a la forma de realizar las actividades. Para este modelo las metas quedan determinadas por limitaciones en los recursos, tanto humanos como de capital. Según este modelo las decisiones del grupo buscan seleccionar las alternativas de manera que sean las mejores y diferentes al pasado. **c) Modelo político:** Este modelo suele ser utilizado en grupos u organizaciones muy grandes, por lo que las decisiones son producto un nivel directivo o político. Según este esquema de toma de decisiones las alternativas que tome el grupo son producto de decisiones de un grupo político o directivo menor. Las decisiones tomadas por el grupo político o directivo deben ser acogidas por todo el grupo (Bottini 2004).

A pesar de que no es nuestra intención profundizar en los mecanismos que subyacen detrás de la toma de decisiones que realizan los productores, consideramos que el Modelo de Racionalidad Limitada o Acotada es el que mayormente predomina en los productores objeto de nuestra investigación dado las circunstancias en que se ven obligados a tomar sus decisiones.

### 2.8.3 La toma de decisiones desde un enfoque económico

Dado que las actividades agropecuarias también son actividades económicas, las decisiones que se toman en las unidades productivas (fincas) pueden ser explicadas desde un punto de vista económico. Así tenemos que las decisiones de los productores están ligadas a sus preferencias individuales, este aspecto es muy importante al estudiar los procesos de adopción ya que los productores sólo se mostrarán interesados en adoptar aquellas tecnologías que estén de acuerdo a sus preferencias. En materia económica, según Varian (2003), se identifican tres tipos de preferencias, las cuales analizamos a continuación:

**Caso 1:** Si se tienen dos alternativas tecnológicas denotadas por  $(x_1, x_2)$  y  $(y_1, y_2)$ . Decimos que existe "*preferencia estricta*" de una tecnología determinada sobre otra si el productor, aún cuando puede escoger otras, selecciona la misma tecnología porque la considera mejor. Esta relación se expresa de la siguiente manera:  $(x_1, x_2) > (y_1, y_2)$ , lo cual significa que la tecnología denotada por  $(x_1, x_2)$  es estrictamente preferida sobre la tecnología denotada por  $(y_1, y_2)$ .



**Caso 2** Si se tienen dos alternativas tecnológicas denotadas por  $(x_1, x_2)$  y  $(y_1, y_2)$ . Podemos decir que el productor es “*indiferente*” si logra satisfacer sus preferencias con cualquiera de las dos tecnologías. Esta relación se expresa como:  $(x_1, x_2) \sim (y_1, y_2)$ , y nos indica que, aunque pueden tener algún tipo de diferencia, el productor adopta indistintamente cualquiera de las dos alternativas y con ello satisface sus preferencias. En otras palabras el productor ve las dos alternativas como iguales en cuanto a sus beneficios.

**Caso 3:** Si se tienen dos alternativas tecnológicas denotadas por  $(x_1, x_2)$  y  $(y_1, y_2)$ . El productor puede tener una “*débil preferencia*” o ser “*indiferente*” a las alternativas tecnológicas presentadas. En este caso la relación se expresa así:  $(x_1, x_2) = (y_1, y_2)$ , lo cual indica que hay una leve preferencia por la alternativa  $(x_1, x_2)$ , la cual es tan débil que puede llegar hasta el grado de indiferencia entre las dos opciones.

Según Varian (2003) en base a las relaciones de preferencias de los productores se pueden establecer ciertas reglas o axiomas sobre el comportamiento del productor (consumidor) a la hora de tomar una decisión sobre una determinada tecnología, entre estos tenemos: a) Integridad: si existe una o ambas relaciones entre alternativas tecnológicas, como las que se describen:  $(x_1, x_2) = (y_1, y_2)$  o  $(y_1, y_2) = (x_1, x_2)$  se tiene que el productor es indiferente entre las propuestas tecnológicas. b) Reflexibilidad: Este axioma nos indica que cualquier tecnología es tan buena como ella misma, es decir,  $(x_1, x_2) = (x_1, x_2)$  c) Transitividad: Si se tienen tres propuestas tecnológicas:  $(x_1, x_2)$ ,  $(y_1, y_2)$  y  $(z_1, z_2)$ , y se establecen las siguientes relaciones:  $(x_1, x_2) = (y_1, y_2)$  y  $(y_1, y_2) = (z_1, z_2)$ , entonces se deduce que  $(x_1, x_2) = (z_1, z_2)$ ; en palabras simple esto nos indica que si el productor piensa que la primera tecnología es mejor que la segunda y la segunda mejor que la tercera, entonces para él la primera tecnología es mejor que la tercera.

El sistema de preferencia de los productores a la hora de tomar decisiones juega un papel relevante en el proceso de adopción de nuevas tecnologías, ya que el productor, con el interés de maximizar la satisfacción de sus preferencias, evaluará las posibles alternativas que ofrezcan la nuevas tecnologías y la que le produzca mayor satisfacción de acuerdo a sus preferencias será la que adopte, aún cuando en algunos casos no sea la que más beneficios le pueda ofrecer desde el punto de vista de los diseñadores de la tecnología. Tomando en cuenta los modelos de toma de decisión y el sistema de

preferencias de los productores se puede favorecer el proceso de adopción de nuevas tecnologías; por su puesto que para ello es necesario ofrecer la mayor cantidad de información posible sobre las bondades de cada tecnología.

Finalmente, es necesario mencionar que el comprender los modelos que pueden estar detrás de las decisiones tomadas por los productores y las preferencias que son tomadas en cuenta por cada uno de ellos puede contribuir a crear mejores condiciones para que los mejores sistemas productivos sean adoptados. Es básico comprender que el productor no se conforma con unos pocos detalles de la tecnología que se le ofrece, por el contrario, necesita tener la mayor cantidad de información y, si es posible, ver la propuesta tecnológica en funcionamiento. Cuanto mayor sea el conocimiento que tenga de las alternativas tecnológicas mejor será su decisión en cuanto a adoptar o rechazarla.

#### **2.8.4 Factores que afectan la toma de decisiones a nivel de finca en un proceso de difusión y adopción**

La mayoría de los productores son prudentes cuando adoptan cambios que desafían su habilidad de mantener una fuente segura de alimentos. Es por ello que sólo resultan exitosas aquellas innovaciones que, desde el punto de vista del productor, son: apropiadas culturalmente, necesarias y de acuerdo con sus propios intereses, respetuosas de su tradición, muy útil y que asegure buenos resultado a corto plazo, y sobre todo que no represente un riesgo financiero (Flores 2001).

En general los seres humanos difieren con respecto a la facilidad con que toman o adoptan cambios. A pesar de que factores económicos, culturales, religiosos, históricos, y otros, pueden influir en la aceptación de cambios o adopción de nuevas tecnologías por parte de las comunidades o sociedades, provocando que cada grupo social sea un caso con características particulares, existen algunos patrones que se pueden considerar comunes en los procesos de difusión y adopción de nuevas tecnologías. En tal sentido, según Rogers y Shoemaker (1985), citado por Raintree (1989), de forma general se distinguen cinco categorías de individuos de acuerdo a su grado de aceptación de los cambios: a) Innovadores, b) Individuos que adoptan rápidamente, c) Mayoría rápida, d) Mayoría lenta y e) Rezagados.

Diversos factores socioculturales influyen en el desarrollo de cualquier práctica de uso de la tierra, pero algunos están relacionados específicamente con el cultivo de árboles. Durante los últimos años la comprensión del significado de estos factores ha avanzado notablemente. Se conocen, entre éstos: a) La falta de homogeneidad en la estructura de los pueblos: Las diferencias en las condiciones socioeconómicas de las familias rurales hacen que cada grupo familiar tenga intereses particulares sobre los recursos árboles, por lo que no es viable llegar a las comunidades con planes agroforestales que tiendan a un solo objetivo; b) Formas de tenencia de la tierra y de árboles: La tenencia de la tierra en gran medida determina el grado de interés que las comunidades puedan presentar para la siembra y protección de los árboles. Si la seguridad de la tenencia de la tierra es débil el interés por sembrar y cuidar los árboles será muy pobre; c) División de los papeles relacionados al género: La siembra de árboles, dependiendo de la comunidad, puede representar una recarga de trabajo para un género en particular, lo cual se puede traducir en una falta de interés debido hacia la siembra de árboles para evitar el aumento de trabajo; d) Percepciones y actividades locales hacia los árboles: El grado de necesidad e interés que sientan los miembros de una comunidad sobre los recursos arbóreos puede influir positiva o negativamente en su participación y vinculación en los proyectos agroforestales. Si se piensa que existe oportunidades de mercado para los productos forestales habrá mucha motivación, al igual que si la comunidad siente una fuerte necesidad de los recursos arbóreo como fuente de combustible. A menudo estos factores son interrelacionados y hay una consistencia entre el patrón de comportamiento de una sociedad y las prácticas en el uso de los recursos de la misma (Wiersum 1989).

Según Raintree (1989) los principales componentes del proceso de toma de decisiones por los agricultores, para adoptar o rechazar una tecnología determinada son:

**1) Características del individuo potencial que adopta la tecnología:** El pequeño agricultor es un individuo racional con preferencias, intereses y sentido común lo cual permite, en alguna medida, predecir de su conducta. Este es el "*hombre económico*" tan básico para los modelos de economistas del comportamiento humano. La evidencia científico-social proporciona un apoyo abrumador a la conclusión de que una gran parte del comportamiento del agricultor tradicional es predecible por estos modelos, una vez que los factores de la situación relevantes son conocidos.

De acuerdo a Moody (2001) existen ciertas cualidades que hacen que los tomadores de decisiones sean bueno o malos. Entre las cualidades más importantes en el tomar de decisiones se tienen: a) Experiencia: Es lógico suponer que la habilidad para tomar decisiones crece con la experiencia; los éxitos o errores pasados conforman la base para la acción futura, se supone que los errores previos son potencial de menores errores futuros; b) Buen Juicio: Este aspecto se refiere a la habilidad para evaluar información de forma inteligente. El buen juicio está constituido por el sentido común, la madurez, la habilidad de razonamiento y la experiencia del tomador de decisiones. El buen juicio se desarrolla en base a la información disponible y en la propia experiencia del decisor, el cual establece parámetros conformados por los hechos, las opiniones y el conocimiento anterior; c) Creatividad: Este aspecto designa la habilidad del tomador de decisiones para combinar o asociar ideas de manera única, para lograr un resultado nuevo y útil. El decisor creativo es capaz de captar y entender el problema de manera más amplia, aún de ver las consecuencias que otros pasan por alto. El decisor creativo puede generar suficientes ideas para encontrar el camino más corto y efectivo al problema; d) Habilidades cuantitativas: Esto se refiere a la habilidad para manejar métodos matemáticos para analizar las metas y alternativas. Es importante no olvidar que las habilidades cuantitativas no deben ni pueden reemplazar al buen juicio en el proceso de toma de decisiones.

Las decisiones de los productores, por lo general, están influidas por presiones sociales, es decir, que las mismas se toman teniendo en cuenta las expectativas que los grupos sociales tienen son el tomador de la decisión. Por ejemplo, la posición del individuo (líder o seguidor) dentro de la sociedad y su identidad con ciertos papeles sociales, la membresía a un grupo u organización, entre otras, son causas que pueden explicar por qué un productor toma una decisión en particular. Esto se debe a que el agricultor es un miembro de la sociedad sujeto a todas las limitaciones y convenciones que gobiernan la conducta de los individuos en un grupo social y que hace la vida socialmente ordenada. Lo anterior explica, en cierta medida, el por qué existe en las comunidades individuos que asumen papeles protagónicos o de liderazgo y son los que generalmente asumen las posiciones más firmes, ya sea a favor o en contra de la adopción de nuevas tecnologías. La identificación de los individuos con liderazgo dentro de una comunidad es un factor que puede contribuir a ganar aliados importantes en el proceso de difusión y adopción de nuevas tecnologías, ya que si los líderes

comunitarios deciden adoptar las propuestas tecnológicas que se les presentan será más fácil llegar al resto de los habitantes de una comunidad.

**2) Características de la tecnología propuesta:** Las características que son de significancia en una tecnología y que tienen gran influencia sobre la toma de decisiones por parte de los productores, de acuerdo a Rogers (2003), son:

**La ventaja relativa:** es el grado con que una innovación se percibe como mejor que la tecnología que reemplaza. El grado de ventaja relativa puede medirse en las términos económicos; pero el prestigio social, conveniencia, y satisfacción también son factores importantes que se deben tener en cuenta. No le importa tanto si una innovación tiene mucha ventaja objetiva. Lo que importa es si un individuo percibe la innovación como ventajosa. Entre mayor sea el grado de percepción de ventaja relativa que brinde una innovación, más acelerada será su tasa de adopción.

**Compatibilidad:** Es el grado con que una innovación es percibida como consistente con los valores sociales existentes, experiencias pasadas y necesidades potenciales de los adoptadores. Una idea que es incompatible con los valores y normas de un sistema social no será adoptado tan rápido como una innovación que es compatible. Cabe destacar, que muchos programas de extensión han fracasado porque sólo toman en cuenta la viabilidad de la propuesta tecnológica desde el punto de vista de los diseñadores de la tecnología, olvidando que lo que realmente importa es la percepción de los receptores de la tecnología.

**Complejidad:** Es el grado de dificultad con que una innovación es percibida por parte del productor. Entre mayor sea la percepción de complejidad o dificultad menores serán las posibilidades de ser llevada a la práctica. Algunas innovaciones son comprensibles sin mucho esfuerzo, mientras que otras son más complicadas y, por tanto, serán adoptadas más lentamente. Es importante tener presente que muchas de las barreras provocadas por la complejidad técnica que pueda tener un productor pueden ser eliminadas si se realiza un adecuado programa de asistencia técnica que acompañe al productor en todas las fases de implementación de la nueva tecnología.

**Flexibilidad de experimentación:** Se refiere al grado con que una innovación puede ser comprobada o experimentada por los propios adoptadores. Las innovaciones que

pueden ser fácilmente verificadas por los adoptadores serán más rápidamente acogidas. Sobre este aspecto conviene decir que la utilización de parcelas demostrativas establecidas en las fincas de los productores tienen un gran valor para la promoción, difusión y adopción de nuevas tecnologías, ya que permite a los productores vivir la experiencia de la experimentación en su propio terreno.

**Observabilidad:** Es el grado con que los resultados de una innovación son visibles para otros. La facilidad con que los individuos puedan observar los beneficios de una innovación contribuye a que la misma sea rápidamente adoptada. Esta es una de las características más impactante que puede tener una tecnología y su influencia en la toma de decisiones por parte de los productores es innegable, si los resultados son ampliamente observados habrá mucho interés en adoptar la nueva tecnología.

De acuerdo a Rogers (2003) las propuestas tecnológicas que los individuos perciben con una gran ventaja relativa, buena compatibilidad con las costumbres y valores de la comunidad, fácil experimentación, buena observabilidad y menor complejidad serán más rápidamente adoptadas que otras que no presenten estas características.

Las características listadas anteriormente deben ser tomadas muy en cuenta cuando se desea favorecer el proceso de adopción de una terminada tecnología, ya que no importa cuán eficiente pueda ser la propuesta tecnológica en términos energéticos, productivos, económicos o ambientales, si es técnicamente compleja y difícil para el agricultor conocerla a fondo, su adopción puede ser retardada por la alta complejidad técnica. De igual manera, si una alternativa tecnológica es a todas luces beneficiosa para una comunidad, pero va en contra de sus costumbres, valores y creencias estará destinada al fracaso o cuando menos será muy difícil lograr su aceptación en la comunidad.

**3) Naturaleza del proceso de comunicación.** En cuanto a la comunicación Raintree (1989) indica que el proceso de comunicación e información debería darse en forma tal que los agricultores tengan una plena participación y se involucren en las demostraciones y ensayos sobre nuevas tecnologías. Con el fin de dar al productor una oportunidad razonable para apreciar y evaluar la tecnología, puede ser necesario ayudarles a vencer ciertas “*resistencias automáticas*” originadas más en el lado conservador que en el lado innovador de su cultura, y ganarse la confianza por medio

de una opinión balanceada. Es injusto para el agricultor asumir que su primera impresión sobre una tecnología nueva será la última, o que su reacción inicial representará su mejor juicio. Ello es así porque tener ciertas reservas a lo desconocido es una actitud natural de los humanos, por tal razón conviene dejar un período de tiempo adecuado para que los productores puedan asimilar y realizar sus propias evaluaciones y conclusiones sobre la tecnología propuesta, sólo así se podrá conocer su verdadera opinión sobre la alternativa presentada.

La comunicación durante el proceso de difusión y adopción de las nuevas tecnologías debe contar con un lenguaje que sea adecuado a los receptores de la tecnología, es decir, debe existir un lenguaje común que permita generar comprensión y confianza entre productores y extensionistas o cualquier personas involucrada en el proceso de difusión y adopción (Geilfus 1997)

Raintree (1989) manifiesta que si las limitaciones y oportunidades de la situación (ecológicas, económicas y sociales) no explican las decisiones del agricultor, entonces será valioso que el analista examine más profundamente los factores culturales para así obtener indicios del comportamiento del agricultor, tal situación nos conduce a los modelos de toma de decisiones analizados anteriormente.

## **2.9 La adopción de los sistemas silvopastoriles (SSP) a nivel de finca.**

### **2.9.1 Concepto de Adopción.**

Diversas son las definiciones sobre “*adopción*” que se encuentran en la literatura, algunas muy simples otras muy complejas. Por ejemplo, Sandoval (1984) define adopción como el proceso mental por el que pasa un individuo desde que conoce por primera vez una innovación hasta que la utiliza. De acuerdo a la Real Academia Española de la Lengua (1990) adopción es la acción de recibir, haciéndolos propios, pareceres, métodos, doctrinas, ideologías, modas, que han sido creados por otras personas o comunidades. Mientras que Seré *et al.* (1990) considera adopción como el proceso por el cual el productor agropecuario sustituye una actividad por otra, previamente desconocida. Ello implica aprendizaje y cambio de su función de producción.

El concepto de adopción, de acuerdo a Sain (1999), mide el resultado de la decisión de los agricultores sobre si usar o no una práctica determinada en el proceso de producción. Frecuentemente se usa este término para identificar cuales son los factores que influyen en la decisión sobre usar o no una técnica determinada. Se mide a través de la observación a nivel de finca del resultado de las decisiones adoptadas por las familias campesinas. Con los resultados de estas observaciones es posible estimar la probabilidad de que una finca con determinadas características adopte la nueva práctica.

Toda innovación, antes de ser adoptada, pasa por un período de prueba, durante el cual la persona interesada (productor) percibe la utilidad o conveniencia de una tecnología. La adopción sucede cuando el agricultor logra algún beneficio tangible de la innovación implementada (Current, citado por Almeida 1998). Sobre este punto indica Jones (1986), citado por Almeida 1998, que el criterio mínimo de adopción de una tecnología se da cuando esta es usada nuevamente por el productor en el ciclo siguiente al que fue transferida, sin que haya mediado más intervención que la necesaria para implementarla y manejarla durante el primer ciclo.

Una innovación o tecnología ha sido adoptada, de acuerdo a Radulovich y Karremans (1993), si ocurren las siguientes condiciones: 1) Transcurrido el tiempo el productor demuestra un continuo interés en manejar la innovación; 2) El productor aplica la tecnología en otras instancias además de las iniciales para validación; 3) Hay difusión de productor a productor.

Al estudiar procesos de adopción de tecnologías es común el término “*tasa de adopción*”, el cual muchas veces no es claramente definido; en tal sentido, tenemos que la “*tasa de adopción*” puede ser definida de dos maneras: a) Como el porcentaje de productores que adoptan una nueva tecnología; o b) Como la proporción del área afectada con la nueva tecnología (Ramírez y Seré 1990, Sain 1999).

### **2.9.2 El proceso de adopción de una tecnología: un fenómeno dinámico**

La adopción de una nueva tecnología o técnica de producción es un proceso que no se produce inmediatamente; la adopción es un proceso dinámico que puede, según el tipo de tecnología propuesta, llevar un corto período de tiempo o, por el contrario, implicar muchos años para lograr una utilización total. Una vez que una tecnología es liberada y



puesta a disposición de los productores y usuarios, se inicia un proceso gradual de utilización de la misma. En primera instancia, de acuerdo a Rivas (2002), se produce una fase inicial denominada “*adopción temprana*” o “*aceptabilidad*”, en la cual los usuarios de la tecnología la prueban en pequeña escala para experimentar, conocer su manejo y grado de adaptación a las condiciones particulares de sus fincas. En la mayoría de los casos en la fase inicial intervienen pocos productores, principalmente participan los que tienen una mentalidad más abierta y receptiva al cambio y a la vez muestran un menor temor al riesgo. Cabe destacar que la participación en la fase inicial no significa una adopción definitiva de la tecnología, ya que en esta fase el productor recopila información y elementos de juicio, para luego tomar decisiones sobre la tecnología a prueba, lo cual puede conducir a una adopción definitiva o a un rechazo de la propuesta tecnológica..

En el caso de introducción pasturas o sistemas silvopastoriles la primera fase del proceso de adopción es más lenta o crítica en comparación a cultivos temporales o anuales. Esto se debe a que la decisión de adoptar un tipo específico de pasto o sistema silvopastoril compromete una mayor cantidad de recursos de capital y, adicionalmente, involucra un período de tiempo mucho más largo (Rivas 2002). A manera de ejemplo, podemos decir que el cambio de un especie de arroz o maíz se puede realizar de un ciclo a otro dentro de un mismo año o período de producción; mientras que el cambio de un tipo de pastura o sistema silvopastoril involucra, generalmente, varios años. Esto obviamente impide que los productores, en el caso de los sistemas silvopastoriles, puedan evaluar rápidamente los beneficios que aporta la nueva tecnología y así compararlos con los resultados de la tecnología tradicional. Lo anterior explica, al menos en parte, el por qué los sistemas silvopastoriles no gozan de una masiva adopción en los primeros años de su difusión en una región o área determinada.

La presente investigación se centra precisamente en evaluar el proceso de adopción de las alternativas silvopastoriles en su fase inicial en dos zonas ganaderas ubicadas en Costa Rica y Nicaragua respectivamente. De acuerdo a lo que reporta la literatura se espera encontrar niveles de adopción bajo, pero lo que realmente interesa en este estudio es la determinación de los factores que afectan la disposición de los productores a adoptar estos sistemas y a la vez determinar en que medidas estos factores influyen

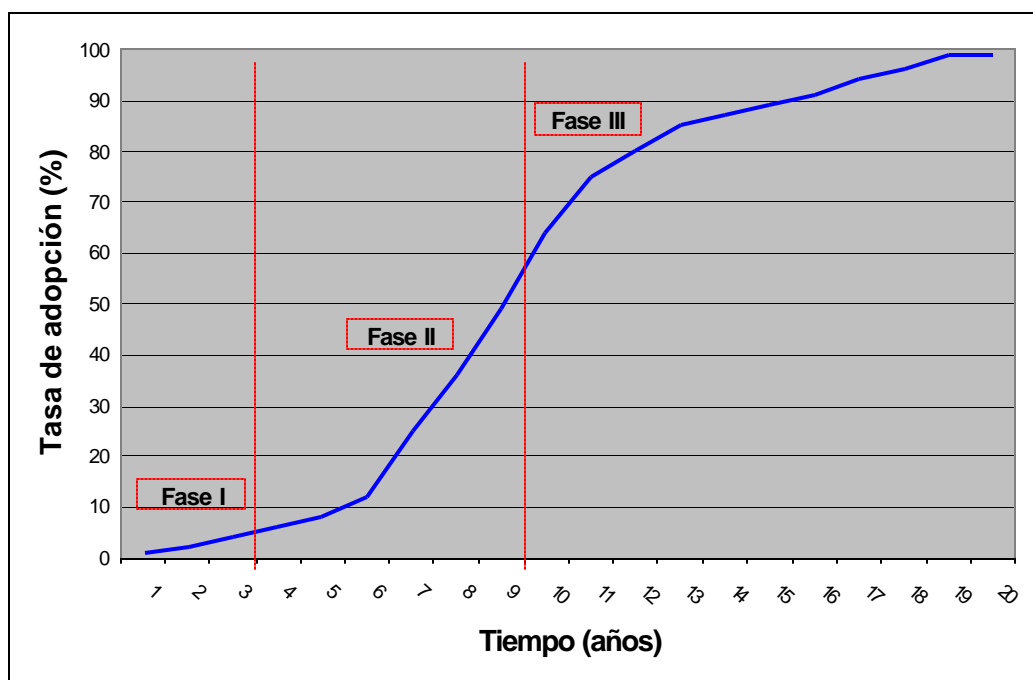
en el grado de adopción de cada productor. La identificación de los factores que afectan, tanto positivamente como negativamente, la adopción de los sistemas silvopastoriles es de gran importancia ya que con esta información se podrán realizar ajustes en las actividades de extensión y difusión que se desarrollen en el futuro.

Posterior a la fase de inicio del proceso de adopción sigue una segunda etapa que se caracteriza por mayor dinamismo en la adopción de la tecnología por parte de los productores, los resultados de la fase de experimentación inicial son difundidos entre los productores, con ello se logra que una gran cantidad de fincas adopten la nueva tecnología. Esta fase del proceso de adopción es denominada por algunos autores como "*adopción consolidada*" y su principal característica es el rápido ritmo de crecimiento (Rogers 1995, Sain 1999, Rivas 2002). Es en esta fase donde la mayor parte de los productores son de alguna manera "*contagiados*" o convencidos por la nueva tecnología y se verifica su adopción en las fincas.

El proceso de adopción continúa con el transcurrir del tiempo, si la tecnología ha demostrado tener beneficios, se llega a una tercera fase del proceso, en la cual el ritmo de crecimiento de la adopción se reduce debido a que cada vez son menos los productores que potencialmente pueden adoptar la tecnología. Es decir, la mayoría de los productores han adoptado la tecnología en alguna de las fases anteriores y son ya muy pocos los que quedan sin implementar la nueva tecnología. Esta tercera fase, denominada por algunos autores como "*adopción terminal*", se caracteriza por presentar un lento ritmo de acogida por nuevos productores, en general, se dice que el proceso de adopción se estabiliza alcanzando una tasa de adopción constante en esta fase (Rogers 1995, Rivas 2002).

En relación al proceso de adopción Rivas (2002) indica que para los modelos económicos de evaluación del impacto de adopción de una tecnología se debe considerar una cuarta fase del proceso, a esta se le llama "*desadopción u obsolescencia*". La misma se refiere a la etapa en la cual la tecnología adoptada comienza a ser sustituida por otra mejor y la tasa de adopción declina paulatinamente. En otras palabras inicia un nuevo proceso de adopción, mientras que la tecnología anterior empieza a desaparecer lentamente de las fincas.

Las diferentes fases que se suceden en el proceso de adopción se pueden observar en la Figura 1, como se puede apreciar en la gráfica en la primera fase, en la mayoría de los casos, se mantiene un nivel de adopción inferior al 10%; para la segunda fase el porcentaje suele subir hasta un valor cercano al 60% y para la tercera fase el porcentaje de adopción ronda el 90% o más. Cabe agregar que estos porcentajes corresponden a un proceso normal de adopción de tecnologías de largo plazo, como pueden ser los sistema silvopastoriles o la introducción de especies arbóreas



**Figura 1.** Representación gráfica de un proceso de adopción tecnología agrícola.

### 2.9.3 La adopción: total o parcial

La flexibilidad de los sistemas y prácticas silvopastoriles, entendida como la capacidad para sufrir adaptaciones o modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de cada productor puede ser un factor de importancia para promover su adopción. Según señala Raintree (1989) la adopción no requiere ser un fenómeno de “*todo o nada*”, las modificaciones del prototipo tecnológico, que se originan de los agricultores, probablemente van a incrementar la posibilidad que otros lo adopten. La afirmación anterior no es aplicable a todas las innovaciones ni a todos los procesos de adopción, ya que depende del tipo de tecnología que se pretenda difundir. Sin embargo, en el

caso de los sistemas silvopastoriles es probable encontrar el fenómeno de una adopción parcial o modificaciones a la tecnologías propuestas, ello como respuesta a las diferentes realidades y condiciones de cada productor y su unidad de producción. Esta situación se puede constatar en el campo al observar las diferentes prácticas silvopastoriles presentes en las fincas y el grado de adopción de cada una de ellas. Lo anterior plantea algunos problemas para la evaluación del proceso de adopción de las tecnologías silvopastoriles, ya que los productores, de acuerdo a sus recursos, adoptan las prácticas y las modifican según sus conveniencias. Por lo que en muchos casos, no se puede negar que se dado un grado de adopción de la tecnología, aunque esta no se practique con todos los requerimientos técnicos esperados.

#### **2.9.4 Efecto de la adopción de los sistemas silvopastoriles desde un punto de vista económico.**

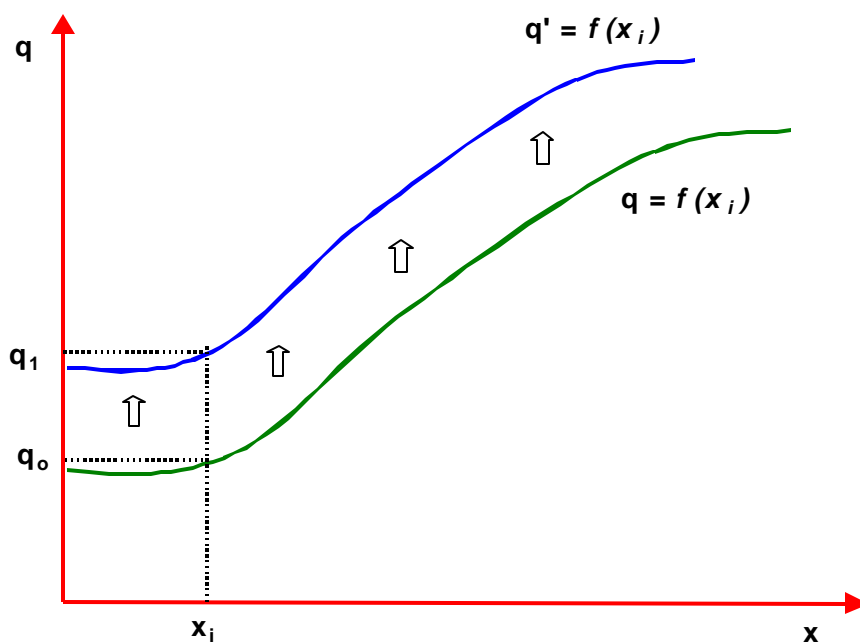
##### **Efecto a nivel Micro: La Finca**

Según Rivas (2002) la adopción de cambios de tecnología a nivel de finca se expresa en términos de cambios en la productividad física, estos es, en el caso de la ganadería, aumento en la producción de cabezas en el ható o producción por hectárea de pasto, o bien incremento en la producción de leche (lt/vaca/año). Lo anterior conlleva a reducciones de los costos unitarios de producción, aumentos de los ingresos y de la rentabilidad de las inversiones efectuadas.

A nivel micro, de manera general, se puede decir que una nueva tecnología debe incrementar la producción mientras los factores productivos se mantienen al mismo nivel. En la Figura 2 se puede apreciar de manera gráfica el desplazamiento hacia arriba que sufre la curva de producción inicial " $q = f(x)$ " con la introducción de una nueva tecnología, la cual incrementa el nivel de producción dando origen a la curva " $q' = f(x)$ ". Mediante el análisis de estas curvas podemos concluir que el costo promedio por unidad es menor con la incorporación de la nueva tecnología. En términos simples el gráfico muestra un aumento en la eficiencia de la función de producción, ya que con el mismo nivel de insumos se está logrando una mayor cantidad de producto.

El análisis anterior es gran relevancia para comprender el comportamiento de los productores, ya que pone de manifiesto los beneficios económicos (incremento de

producción, reducción de costo) que un productor debe percibir de la tecnología que se le propone que adopte. Si los productores logran obtener los beneficios que se le atribuyen a la nueva propuesta tecnológica, ésta tendrá mucho más oportunidades de ser adoptada. Por el contrario, si al transcurrir el tiempo los beneficios no son recibidos, la nueva tecnología estará condenada a la “no adopción”.



**Figura 2.** Representación del efecto de la adopción de una tecnología sobre la curva de producción.

### Efecto a Nivel Macro: La Sociedad

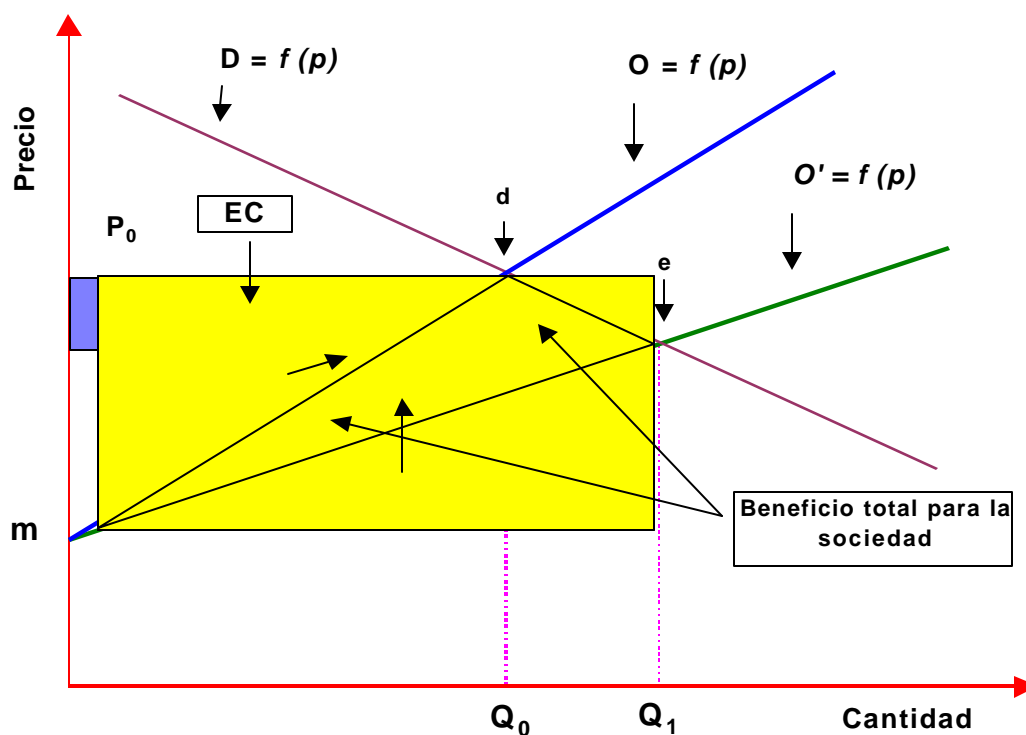
Cuando una propuesta tecnológica es masivamente adoptada en una región y los productores ven incrementos en su producción y un significativo descenso de los costos promedios, los beneficios que obtienen las diferentes fincas repercuten de forma global en la región, es decir, se tiene un efecto de carácter macro sobre la oferta global. Esto es así debido a que la oferta de un producto está en función directa de su precio (“ $O = f(p)$ ”), al tener los productores menor costo promedio y mayor producción el precio tiende a bajar, con lo cual los consumidores estarán en condición de adquirir una mayor cantidad del producto (Samuelson y Nordhaus 2002).

Para una mejor comprensión del efecto que puede tener una nueva tecnología sobre la función de oferta, se presenta la Figura N° 3, en la cual se puede apreciar como se

desplaza hacia abajo la curva de oferta inicial ( $O = f(p)$ ) al pasar el precio inicial  $p_0$  a un precio menor  $p_1$ , dando origen a la nueva curva de oferta ( $O' = f(p)$ ). En el gráfico también se muestra el desplazamiento que sufre el punto de equilibrio “d” (antes de la adopción) a la nueva posición “e” (después de la adopción de la nueva tecnología).

El análisis de las curvas de oferta y demanda, permite manifestar que la sociedad se ve beneficiada con la adopción de una nueva tecnología de producción al poder adquirir una mayor cantidad de producto, en nuestro caso carne o leche, a un precio menor. A esta situación se le conoce en materia económica como “*Excedente del Consumidor (EC)*”. En la Figura 3 se muestra el EC con rayado de color azul. Por otro lado, es necesario destacar que los productores se benefician con la adopción de tecnologías, ya pueden producir mayor cantidad de producto con un costo menor; el beneficio que obtienen los productores se denomina en economía “*Excedente del Productor (EP)*” y se presenta en la Figura 3 con tramado de color verde claro (Rivas 2002, Alpizar 2003). Cabe agregar que en el caso de la adopción de sistemas silvopastoriles la sociedad se ve adicionalmente beneficiada con los efectos positivos sobre el ambiente que estos sistemas ofrecen con relación a la protección de la biodiversidad y la fijación de carbono.

En resumen, la adopción de un cambio tecnológico, como por ejemplo los sistemas silvopastoriles, pueden afectar la eficiencia productiva de las fincas, con lo cual los consumidores se benefician al poder acceder a un mayor volumen de producto debido a un menor precio del mismo. Mientras que los productores se benefician al poner mayor cantidad de producto al mercado, con menor costo promedio, con lo cual se compensa el hecho de recibir una menor cantidad de dinero por cada unidad de producto ofrecida. Por otro lado, la sociedad en general recibe un beneficio colectivo que corresponde a la suma del excedente de los consumidores (EC) más el excedente de los productores (EP), el “*Beneficio Total (BT)*” al cual se hace referencia está representado en la Figura N° 3 por el triángulo de color amarillo, cuyos vértice corresponden a las letras m, d y e (Rivas 2002, Alpizar 2003).



**Figura 3.** Representación del beneficio total para la sociedad por la adopción de un cambio tecnológico.

### 2.9.5 Factores que afectan la adopción de los sistemas silvopastoriles (SSP) y prácticas agroforestales (AF)

Todo proceso de difusión de una innovación o tecnología que trate de promover el desarrollo agrícola debe tener presente que los agricultores poseen recursos limitados, por ello no es fácil aumentar sus niveles de producción; por lo que se debe buscar innovaciones y tecnologías que permitan satisfacer sus necesidades básicas en base a sus propias habilidades y recursos disponibles. Lo anterior es básico cuando se trata implementar sistemas silvopastoriles ya que, debido a las diversas alternativas que presentan estos sistemas, se deberá analizar las condiciones de los productores para buscar estrategias que hagan viable el proceso de adopción de alternativas que realmente sean beneficiosas y factibles para el productor.

Muchas variables sociales, económicas y culturales pueden influir en la adopción y el manejo de los sistemas silvopastoriles en las fincas. Naturalmente, la mayoría de esos

factores no actúan de manera aislada, sino que están en interrelación, tanto entre ellos mismo, como con diversos factores económicos, sociales y culturales. Por ejemplo, condiciones demográficas distintas, crearán actividades culturales diferentes, mientras que las relaciones entre clases sociales y estructuras de poder dentro de una comunidad a menudo se reflejan directamente por el control sobre los recursos naturales y otros factores de producción. Además la mayoría de las variables socio-económicas no solamente afectan el manejo de los árboles, sino las prácticas en el uso de la tierra en general (Wiersum 1989).

Los procesos de adopción deben ser estudiados y analizados de acuerdo al tipo de tecnología que se pretende difundir y la comunidad o región objeto de la difusión, ya que existen situaciones que hacen que cada proceso de adopción sea un caso especial, con características y atributos que quizás no se repitan en otra comunidad o con otra tecnología. A pesar de esta situación existen ciertos aspectos que pueden ser comunes por el hecho de afectar, ya sea negativa o positivamente, los procesos de difusión y adopción de nuevas tecnologías. Entre los principales factores que pueden influir en la difusión y adopción de los sistemas silvopastoriles (SSP) y prácticas agroforestales (PAF) se encuentran:

### **2.9.5.1 Factores Socioeconómicos**

#### **2.9.5.1.1 Educación y escolaridad de los agricultores**

El grado de educación de los agricultores, según Navas (1992), actúa como un elemento catalítico que facilita la comprensión y utilización de mejoras tecnológicas en la agricultura y ganadería. De acuerdo a varios estudios de caso investigados por este autor, principalmente en Ecuador, la baja escolaridad de agricultores es una fuerte limitante para la adopción de tecnologías agropecuarias.

Estudios realizados por Ramírez, Shultz, Hearne y Gómez (2000) sobre agricultores de El Salvador y Panamá indicaron que los productores con educación primaria mostraron tasas de adopción un 40% más altas que quienes no contaron con educación formal. El hecho de haber terminado los estudios secundarios incrementó las tasas de adopción en otro 30%. El que los involucrados tuvieran grados educativos relativamente bajos y la presencia recurrente de analfabetismo sugiere que la educación puede ser un factor determinante en la adopción de tecnología.



Melgar (1995) en un estudio sobre la adopción de prácticas de conservación de suelos en Tonacatepeque, El Salvador, encontró que los agricultores que adoptaron más prácticas fueron los que se clasificaron en una categoría intermedia de educación. De igual manera, Rogers (1995) determinó que los primeros adoptantes de nuevas tecnologías son aquellos que tienen un nivel más alto de educación que los últimos adoptantes.

En resumen, existen diversos estudios, por ejemplo los mencionados anteriormente, que indican que existe una relación positiva entre el nivel de escolaridad y la predisposición para adoptar innovaciones o tecnologías nuevas.

#### **2.9.5.1.2 Edad de los agricultores**

Estudios realizados en comunidades rurales de Ecuador por Navas (1992) concluyeron que los campesinos jóvenes obtuvieron mejores tasas de adopción de nuevas tecnologías, sus resultados fueron: 85% de adopción en agricultores de 16 a 25 años, 81% en el grupo de 26 a 45 años y del 72% para agricultores entre 46 a 60 años. Sobre esta misma tendencia Rodríguez (1988), citado por Almeida (1998), encontró que a medida que avanza la edad de los agricultores, el número de prácticas agropecuarias adoptadas es menor.

Los resultados de los estudios anteriormente mencionados coinciden con lo reportado por Menanteau-Horta (1976), citado por Almeida (1998), quien señala que en general los miembros más viejos de una sociedad tienden a resistir más a cambios socioculturales que impliquen modificaciones de la conducta. Sin embargo, en sentido contrario, el estudio de Almeida (1998) en San Juan Opico, El Salvador, concluyó que la edad no era un factor influyente en la adopción de prácticas agroforestales.

La edad puede ser un factor importante en el proceso de adopción ya que está ligada a la disposición de los productores a correr riesgos. Por ejemplo, un productor joven, soltero o con una familia pequeña tiene más libertad para arriesgarse a probar nuevas opciones de producción que un productor de edad avanzada y con una familia mucho más grande. La necesidad de asegurar la alimentación y los ingresos necesarios para satisfacer las necesidades básicas es mayor para un productor de edad avanzada que para un joven. La actitud en general de las familias más viejas tiende hacia la seguridad de los medios de producción tradicionales. De la misma manera, productores con

mayor edad tienen la experiencia de haber utilizado innovaciones que no dieron buenos resultados o al menos no los prometidos, esta situación es la que provoca un estado de aversión o rechazo hacia nuevas propuestas tecnológicas; mientras que los productores jóvenes que aún no han vivido estas experiencias mantienen vivas las expectativas sobre las propuestas tecnológicas que prometen ser beneficiosas.

### **2.9.5.1.3 Tenencia de la tierra**

La mayoría de los árboles y algunas prácticas agroforestales necesitan algunos años para producir cosechas valiosas. Debido a este largo período productivo son esenciales ordenamientos seguros en la tenencia de la tierra para los que plantan árboles, asegurando así el beneficio de las cosechas. Obviamente, no se pueden esperar inversiones a largo plazo, como las que implican la plantación de árboles por parte de personas con derechos inseguros o a corto plazo para el acceso a tierras (Wiersum 1989).

Ser propietario de la tierra, en la mayoría de los casos, da seguridad a los agricultores que los productos y beneficios generados serán para su uso. Los productores arrendatarios no se animan a plantar porque temen problemas posteriores con los dueños del terreno, y dudan tener acceso a los futuros beneficios (Almeida *et al.* 1999). En este mismo sentido Ramírez *et al.* (2000) indica que la tenencia de la tierra fue un factor clave que impulsó a los agricultores a involucrarse en un proyecto agroforestal en El Salvador, ya que 63 de 72 productores que participaron en el proyecto poseían título de propiedad.

Los derechos de propiedad incluyen no sólo la propiedad de los recursos tal como la definen las leyes estatales sino también una variedad de derechos establecidos por el derecho consuetudinario y la práctica local. Para que la propiedad sea segura, los derechos deben tener: a) Carácter privativo: que permita a quienes gozan de los derechos excluir a otros del uso de un determinado recurso; b) Duración: con el fin de proporcionar un horizonte temporal suficiente para cosechar los beneficios de la inversión; c) Seguridad: aportada por instituciones que pueden hacer respetar los derechos del individuo y d) Solidez: en cuanto a la cantidad y la fuerza del conjunto de derechos que posee el individuo (Knox y Meinzen-Dick 1999).

Las perspectivas de tierra segura y prolongada pueden crear condiciones para el mejor cuidado del ganado, la reparación y mantenimiento de las estructuras, el mejoramiento de los suministros de agua y las prácticas de mejoramiento de tierras (Medina, citado por Almeida 1998). Sin embargo, de acuerdo a Knox y Meinzen-Dick (1999), en algunos entornos rurales, por ejemplo países de África en donde se presentan situaciones de tierras de propiedad común, datos empíricos revelan que no es probable que el otorgamiento de títulos y la privatización de la propiedad de la tierra aumenten la adopción de las tecnologías porque esas medidas no refuerzan la seguridad de la tenencia y pueden incluso debilitarla. Esto debido a que las instituciones autóctonas de derechos de propiedad con frecuencia han resultado eficientes en reconocer y hacer respetar los derechos de propiedad de los miembros de la comunidad y, donde subsisten esas instituciones, un título no fortalece mucho los derechos de propiedad de la tierra de los miembros de la comunidad.

Los productores que son objeto de esta investigación en su mayoría cuentan con título de propiedad o algún documento legal que reconoce sus derechos como propietarios de la tierra que ocupan, por lo que se espera que este no sea un factor que limite la adopción de los sistemas silvopastoriles.

#### **2.9.5.1.4 Tamaño de las fincas**

El tamaño de la fincas, de acuerdo a un estudio realizado Almeida *et al.* (1999), en San Juan de Opico, El Salvador, es un factor que afecta grandemente la posibilidad de adopción de sistemas agroforestales, ya que los agricultores dedican una parte importante de sus fincas a producir hortalizas, yuca y granos básicos lo que limita el potencial para sembrar plantaciones forestales. Los linderos y cercas vivas se perfilan como prácticas más promisorias según los productores. Este hecho es mucho más importante en productores con fincas pequeñas y escasos ingresos, ya que su principal objetivo es producir alimentos básicos para sustentar a su familia.

Según un estudio realizado por Ramírez *et al.* (2000) en comunidades rurales de El Salvador y Panamá, las tasas de adopción de las prácticas agroforestales en las fincas medianas (20 has en promedio) fueron 5% más altas que las tasas de adopción de las fincas pequeñas (2.5 has en promedio). Similarmente, las fincas grandes (75 has en promedio) tuvieron tasas de un 15% más altas que las medianas. Lo anterior es una

muestra del efecto del tamaño de la unidad de explotación que maneja cada productor y su relación con la disposición a destinar tierras para la producción de árboles. Esto es un aspecto de gran importancia, toda vez que los sistemas silvopastoriles permiten a los productores combinar la ganadería con la siembra de árboles; esto evita que el productor se vea obligado a dedicar parte de su finca exclusivamente a la siembra de árboles.

La implementación de algunas prácticas agroforestales, como por ejemplo árboles en bloque (tangya o bosquete) resultan muy difícil en fincas de área pequeña porque impiden en el transcurrir de los años la continuación de siembra de cultivos anuales por factores principalmente como la competencia por luz. En otras palabras al crecer los árboles, sus copas hacen difícil que la luz solar llegue a los cultivos por lo cual su producción es imposible (Almeida 1998).

En resumen, para la fincas pequeñas son poco atractivas las tecnologías que implican sacrificar áreas de cultivo para dedicarlas a otro tipo de actividad, como por ejemplo la siembra de árboles. Esta limitante es salvada en el caso de los sistemas silvopastoriles, debido a que permite que cada productor escoja la alternativa más apropiada a sus condiciones de disponibilidad de tierras y recursos. Esta flexibilidad que ofrecen los sistemas silvopastoriles puede influir positivamente en la adopción de estas tecnologías.

#### **2.9.5.1.5 Tamaño de las familias**

Las familias de los pequeños productores, por lo general, son la principal fuente de mano de obra, por lo que el número de miembros de la familia puede influir en la aceptación y el grado de aplicación de nuevas tecnologías. En este sentido, un estudio realizado por Ramírez *et al.* (2000) con poblaciones rurales de El Salvador y Panamá, determinó que por cada hijo adicional se incrementó la tasa de adopción en 2%, esto básicamente debido a la necesidad de mano de obra para establecer y mantener las obras y prácticas de conservación del suelo, las cuales son muy intensivas en mano de obra. De igual manera, Current *et al.* (1995), según un estudio realizado en los países centroamericanos, indica que hubo relativamente más adopción en las fincas de familias numerosas. Los agricultores con diferentes trabajos, tierras y recursos capitales caseros, seleccionaron y adoptaron la práctica y manejo agroforestal que más se ajustaba a la disponibilidad de sus recursos, en especial la mano de obra.

En el caso de los sistemas silvopastoriles, el tamaño de familia puede jugar un papel relevante en cuanto al tipo de sistema que se adopte, ya que como se ha mencionado no es en si el tamaño de la familia el factor limitante, si no su capacidad para afrontar nuevas tareas que demanden mano de obra adicional. Este factor debe ser bien explicado a los productores para mejorar su disposición a adoptar los sistemas silvopastoriles, ya que muchas de las alternas propuestas por la tecnología silvopastoril requieren mucha mano de obra en la fase de establecimiento, pero luego se traducen en sistemas que ahorran mano de obra, por ejemplo, la utilización de pastos mejorados requiere de menos manos de obra para su mantenimiento que las pasturas naturales. Esto debido a que los pastos mejorados tienen un tipo de crecimiento que impide la aparición de malezas, con lo cual se evitan las chapeas que son comunes en las pasturas naturales.

#### **2.9.5.1.6 Mano de obra**

La mano de obra puede resultar en muchos casos una limitante para la adopción de nuevas tecnologías, esto es especialmente importante en tecnologías que creas picos estacionales que se traslapan con otras actividades agrícolas (Knox y Menzen-Dick 1999). Lo anterior sugiere que los productores pequeños, que están imposibilitados económicamente de contratar mano de obra, estarán más interesados en innovaciones que involucren menos consumo de mano de obra o que su requerimiento no choque con las actividades de producción de alimentos básicos para la familia.

En el caso de los sistemas silvopastoriles la mano de obra juega un papel importante para su adopción, principalmente por dos razones: 1) El costo de la mano de obra puede ser tan alto que no sea factible para los productores realizar ciertas actividades que demanda la nueva tecnología. 2) Puede no existir disponibilidad de mano de obra en ciertas épocas, como por ejemplo al final de la estación seca cuando inicia la preparación de los terrenos para siembra de cultivos. En algunos casos se puede presentar escasez de mano de obra especializada para ciertos trabajos, por ejemplo para el riego de herbicidas con motobombas o para la operación de maquinaria agrícola.

Aunque las prácticas silvopastoriles difieren grandemente en su demanda de mano de obra, es necesario analizar el costo de la misma y su disponibilidad para cada región en

que se desee introducir esta tecnología, pues su efecto puede ser un factor que afecte el nivel de adopción.

#### **2.9.5.1.7 Ingresos o riqueza del productor**

La riqueza está íntimamente ligada al poder y los derechos de propiedad sobre los recursos naturales y afecta las posibilidades de elección de las personas en la adopción de tecnologías. El conjunto de derechos de propiedad de los individuos y la seguridad de esos derechos, combinados con los bienes poseídos, los ingresos y la seguridad alimentaria influyen en el “*tasa de descuento*” de los posibles beneficios futuros. Quienes poseen mayor cantidad y calidad de bienes asignan un valor futuro más alto a los beneficios a mediano y largo plazo producidos por la inversión en tecnologías. Estas personas están menos limitadas por la inseguridad alimentaria y los riesgos que los individuos con escasos recursos (Knox y Meinzen-Dick 1999).

Obviamente, el nivel de ingresos de los productores está ligado, en la mayor parte de los casos, a mejores condiciones para adoptar nuevas tecnologías. Por ejemplo, estos productores tienen mayor facilidad para adquirir los insumos necesarios para el establecimiento y mantenimiento de las nuevas tecnologías. De igual manera su capacidad para invertir en infraestructura y equipos es un factor que puede favorecer la adopción tecnologías silvopastoriles.

#### **2.9.5.1.8 Percepción de los beneficios y riesgos ligados a los sistemas silvopastoriles**

De acuerdo a Flores (2001) los productores están dispuestos a adoptar nuevas tecnologías si éstas aseguran una buena ganancia sin un riesgo muy elevado y si se encuentran disponibles los insumos necesarios. Por otro lado, de acuerdo a Almeida (1998) los beneficios que los árboles utilizados en sistemas agroforestales están ofreciendo a los pequeños productores de San Juan de Opico, El Salvador, están haciendo que otros agricultores quieran plantarlos. Demostrando así, que hay una tendencia de incorporación de árboles en los sistemas de cultivos.

Los agricultores, según Current et al. (1995), deciden el uso de sus tierras con base en sus propios objetivos, posibilidades de producción y limitaciones; es necesario comprender la motivación individual de los agricultores. El éxito del fomento de

cualquier sistema agroforestal o silvopastoril depende de la percepción de los agricultores por sus beneficios, no por los beneficios preconcebidos por los planificadores del proyecto. Es por ello que según Knox y Meinzen-Dick (1999) los agricultores de escasos recursos y poco dispuestos a correr riesgos a menudo se muestran renuentes a adoptar tecnologías porque necesitan ingresos estables y flujos de consumo. Los productores de escasos recursos tienen un horizonte de planeación a corto plazo, ya que su prioridad es producir alimentos para su familias y generar ingresos en el menor plazo posible, su tasa descuento es baja ya que no tienen condiciones para esperar beneficios a medio o largo plazo.

La adopción de sistemas agroforestales puede tanto incrementar como reducir los riesgos de seguridad del sustento de las familias rurales. Existe la posibilidad de pérdida de cultivos asociados con especies arbóreas demasiado competitivas o por falta de manejo. Un estudio realizado en los países centroamericanos y del caribe encontró que la percepción de los riesgos redujo el índice de adopción y extensión, aún cuando el promedio de ingresos financieros fuera bueno (Current *et al.* 1995).

Un aspecto que debe ser bien explicado a los productores, especialmente a los de escasos recursos, es que la incorporación de árboles mediante la tecnología silvopastoril puede constituirse en una especie de “*cuenta de ahorro*”, la cual puede representar una fuente de ingresos importante para cuando la condición física o la vejez le impida continuar con sus labores agrícolas. Además se debe hacer énfasis en la poca demanda de mano de obra que requieren los árboles una vez son establecidos.

En el caso de las técnicas de manejo de recursos naturales como la agroforestería y los sistemas silvopastoriles, la percepción de protección ambiental, principalmente de fuentes de agua y protección a la vida silvestre, puede aumentar la disposición de los productores a adoptar estas tecnologías, pues en muchos casos existe un sentimiento natural de protección a los recursos naturales. Aunque este hecho no es normalmente registrado en la literatura, aunado al deseo de los productores de generar mayores ingresos, también está presente el deseo de impedir la degradación de sus unidades productivas. Obviamente, las limitaciones económicas muchas veces llevan a los productores a prácticas agrícolas poco favorables para la conservación de los ecosistemas; sin embargo, cualquier tecnología que represente un aumento de sus ingresos y a la vez contribuya a la conservación de las riquezas naturales de las fincas

será vista con buenos ojos. Es en este sentido en donde los sistemas silvopastoriles pueden ser percibidos por los productores como las alternativas más aceptables.

#### **2.9.5.1.9 Infraestructura**

Si los caminos y medios de transporte son demasiado deficientes para que los productores adquieran los insumos que requiere la nueva tecnología y comercialicen sus productos, entonces deberá tomarse en cuenta la infraestructura como un posible factor limitante para la adopción de las nuevas propuestas tecnológicas (Knox y Meinzen-Dick 1999). Por otro lado será necesario tomar el cuenta la distancia existente entre la unidad de producción y camino o vía de comunicación principal. De igual manera será necesario indagar sobre la facilidad de comunicación que posean las fincas, ya que en muchos casos se tienen caminos de penetración que sólo son transitables en la época seca, lo cual obliga a los productores a utilizar transporte animal (caballos, mulas, bueyes) para ingresar insumos y sacar la producción durante la estación lluviosa.

Dentro del análisis de la infraestructura es importante verificar el acceso a agua potable y energía eléctrica, ya que estos recursos hacen posibles la utilización de infraestructuras y equipos importantes para favorecer la adopción de las nuevas tecnologías. Estos factores son de gran interés sobre todo en productores dedicados a la ganadería de leche que se ven beneficiados con la utilización de máquinas de ordeño o tanques de refrigeración para la leche.

En el caso de la difusión de los sistemas silvopastoriles se requiere analizar la infraestructura existente para el manejo y alimentación del ganado, como por ejemplo, corrales, galeras, establos, bodegas para guardar ensilaje entre otros. Estas infraestructuras permitirán al productor hacer un mejor uso de los sistemas silvopastoriles y así apreciar de mejor manera los beneficios que se pueden obtener de ellos.

#### **2.9.5.1.10 El crédito**

Los recursos económicos suelen los más escasos en los entornos rurales, por lo que los créditos pueden ser una forma de superar las restricciones a las inversiones impuestas por el nivel de ingreso. A menudo se señala que los agricultores necesitan títulos



individuales de propiedad de la tierra para ofrecerlos como garantía al solicitar créditos, sin embargo, las instituciones financieras oficiales siguen siendo escasas en muchos entornos rurales, en particular las de préstamo agrícola, que normalmente se considera arriesgado (Knox y Meinzen-Dick 1999).

El acceso al crédito puede ser un factor de gran importancia para facilitar el establecimiento de sistemas silvopastoriles, especialmente de aquellos que demandan mucha inversión inicial como es el caso de los bancos forrajeros y la siembra de pastos mejorados.

#### **2.9.5.1.11 Incentivos**

Un aspecto importante para inducir la adopción de prácticas silvopastoriles en fincas ganaderas pequeñas podría ser el suministrar a los agricultores algún tipo de incentivo que les permita reducir el riesgo y costo inicial de cambiar a una tecnología nueva. Pero es necesario tener claro que el incentivo (pueden ser más de uno, por ejemplo: insumos, asistencia técnica, pago por servicios ambientales, etc.) que se escoja no debe crear dependencia. El problema de ligar la adopción de una tecnología a la entrega de un incentivo y “crear dependencia” es que se corre el riesgo de que al desaparecer el incentivo los productores abandonen la innovación.

A pesar de que los sistemas silvopastoriles están diseñados para diversificar y contribuir al incremento del ingreso de los productores, existe una fase de establecimiento que requiere muchos recursos (capital, insumos, manos de obra, etc), los cuales, en la mayoría de los casos, no están al alcance de los productores; tal situación constituye una restricción para la adopción de estos sistemas. Adicionalmente, existe un riesgo muy alto para un productor de subsistencia que haga el esfuerzo por establecer estos sistemas ya que los beneficios tardan algún tiempo en llegar, por lo general dos años o más; por lo que podría verse enfrentado a situaciones difíciles para satisfacer las necesidades de su familia.

Un incentivo para los pequeños productores se justifica principalmente por las siguientes razones: a) Para cubrir los costos de la etapa de establecimiento de la práctica silvopastoril. El productor necesita un incentivo temporal que le permita tener acceso a semillas y material propagativo, asistencia técnica, insumos y otros; y b) Dado que la adopción de la tecnología silvopastoril generará beneficios fuera de las fincas en

términos de externalidades positivas (beneficios ambientales) para la sociedad, el incentivo se justifica como un aporte de la sociedad en compensación por los beneficios que va a recibir. Por otro lado, se puede decir que existe interés de los productores en probar y aplicar tecnologías amigables con el ambiente pero los mismos perciben que su adopción implican un costo inicial más allá de su capacidad económica y conocimiento técnico, por lo cual es razonable pensar en un incentivo.

En relación a incentivos de tipo material (insumos) Ramírez *et al.* (2000) indican, basados en estudios realizados en El Salvador y Panamá, que estos pueden incrementar la probabilidad de participación inicial y podría interesar a los productores no convencidos, si se distribuyeran en las primeras etapas de promoción de la tecnologías agroforestales. Por otro lado, Almeida *et al.* (1999) indica que los insumos estratégicos (bolsas de polietileno, semillas o arbolitos, asistencia técnica) fueron incentivos claves para iniciar el proceso de adopción de prácticas agroforestales y según los técnicos y agricultores de San Juan Opico, El Salvador, son vitales para sostener el proceso. El bajo ingreso de los agricultores imposibilita la compra de semillas, bolsas o plantas.

Basado en varios estudios de casos sobre Centroamérica y el Caribe, Current *et al.* (1995), sugiere que los incentivos y subsidios financieros sean mínimos. Las tecnologías agroforestales promovidas por la extensión, deben ser económicamente rentables y adoptables por los agricultores, sin necesidad de subsidios. En contraste con lo anterior, el uso mínimo de insumos materiales no monetarios fue ampliamente exitoso, como un incentivo para la adopción y experimentación agrícola inicial. En la mayoría de los casos el efecto de rentabilidad fue bastante modesto, pero los incentivos redujeron los riesgos percibidos por la innovación.

A diferencia de proyectos enfocados a la reforestación en donde es viable dar incentivos materiales (plantones, fertilizantes, etc.), los proyectos de difusión de prácticas silvopastoriles están más relacionados a incentivos monetarios debido a que demandan mayor mano de obra en su establecimiento y que el costo de los insumos requeridos es alto. Aunado a esto, en el caso del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo Ecosistemas (Proyecto-GEF-CATIE-BM), los productores deben ajustar sus métodos de producción a sistemas amigables con el ambiente, con lo cual se producirán beneficios que no revierten directamente al productor, por lo cual se justifica

un incentivo monetario que de alguna manera compense el esfuerzo realizado al adoptar estos sistemas. Por otro lado, se espera que cuando se retire el incentivo monetario los productores continúen con los sistemas silvopastoriles debido a los beneficios directos (mejor calidad de las pasturas, mayor producción de carne y leche, ahorro en mano de obra) que percibirán de esos sistemas. Con lo anterior se elimina el peligro de la dependencia del incentivo o del desaliento al retirar el mismo.

#### **2.9.5.1.12 Aspectos de rentabilidad de los sistemas silvopastoriles (SSP) y prácticas agroforestales (AF)**

Los sistemas agroforestales proveen a los productores una gran diversidad de productos: alimentos, leña, madera, forraje para animales, etc., tanto para la venta como para consumo familiar. Además los sistemas agroforestales requieren de trabajo todo el año con cierta regularidad por que siempre hay algo que hacer o cosechar, en cambio el campo abierto tiene períodos de trabajo excesivo y períodos de ocio, es decir la actividad de los sistemas agroforestales está mejor distribuida durante el año, ya que existe mayor diversidad de productos, menos períodos de escasez y menos problemas de almacenamiento (Vásquez 1992, citado por Ruiz 1996).

En estudios realizados en Centroamérica y el Caribe por Current *et al.* (1995) determinaron que la rentabilidad financiera no fue un buen pronosticador de la adopción de sistemas agroforestales. Los sistemas más rentables fueron a menudo los más riesgosos, o tenían los mercados más limitados o de más difícil acceso. Algunos de los sistemas mínimamente rentables fueron ampliamente adoptados para satisfacer las necesidades específicas, por ejemplo: producción de leña o madera para construcción. Por otro lado, la disponibilidad y requisitos de tierras, recursos laborales y capitales parecen tener tanto o más influencia en la adopción que la rentabilidad financiera. Esto se debe a las limitaciones en los tipos de sistemas impuestos por la disponibilidad de recursos en la familia rural.

En cuanto a los sistemas silvopastoriles los productores, en la mayoría de los casos, no se detienen a mirar los detalles relacionados con la rentabilidad ya que su preocupación está más ligada a objetivos de corto plazo (generación de ingresos para satisfacer necesidades inmediatas), mientras que los beneficios de los sistemas silvopastoriles se dan a mediano y largo plazo. Esta situación impide de alguna manera que los

productores sopesen en forma adecuado los beneficios que le pueden generar la adopción de los sistemas silvopastoriles. En adición a lo planteado anteriormente se debe agregar la crisis que actualmente vive el sector ganadero, debido a los altos costos de producción, bajos precios de los productos derivados de la ganadería y a la baja eficiencia de los sistemas de producción utilizados, lo cual mantiene a los productores reacios a realizar nuevas inversiones o cambios en los sistemas de producción; aún cuando las recomendación de los especialistas se orientan precisamente a la adopción de nuevas formas de producción, entre ellas los sistemas silvopastoriles.

## **2.9.5.2 Factores Institucionales**

### **2.9.5.2.1 Asistencia técnica y extensión a los agricultores**

La asistencia técnica es un aspecto que tiene gran relevancia en los proceso de adopción de nuevas tecnologías, ya que es a través del acompañamiento, mediante la asistencia técnica, que los productores pueden llegar a conocer plenamente los detalles de la nueva propuesta tecnológica, tales como: costos, insumos, riegos y beneficios, rentabilidad entre otros. Además, el hecho de contar con el respaldo de un técnico o especialista en la nueva tecnología contribuye a disipar los temores que los productores puedan sentir sobre la nueva propuesta tecnológica. Cabe agregar que el temor a correr riesgo o fracasar es una de las principales limitantes para la aceptación de nuevos sistemas de producción, por lo que la asistencia técnica se torna en un factor vital para crear condiciones favorables a la adopción de las innovaciones.

Los productores, según Díaz Bordenave 1986, citado por Almeida (1998), debido a la carencia de información y los limitados recursos que poseen se ven obligados muchas veces a tomar decisiones sin la debida información; esto los obliga a continuar con la forma tradicional de manejo de la tierra. De acuerdo a Navas (1992) los agricultores conceden importancia a los consejos de los técnicos cuando los reciben. El problema de las bajas tasas adopción de las nuevas tecnologías, según Navas (1992), está en la poca presencia en el campo y los métodos poco participativos que los extensionistas emplean para enseñar, lo cual resulta en una baja comprensión y aceptación de las innovaciones propuestas.

Según Knox y Meinzen-Dick (1999) los agricultores no pueden adoptar tecnologías silvopastoriles ni de ningún otro tipo si no cuentan con información acerca de ellas o los beneficios resultantes de la adopción. Además en muchos casos, especialmente donde existen conflictos por las tierras, los servicios de asistencia técnica dirigen la información exclusivamente a los agricultores con títulos de propiedad, lo cual da un mayor acceso a los hombres y a los ricos, pues son ellos los que mayormente cuenta con dichos títulos.

Los técnicos y extensionistas han jugado un papel importante en el proceso de adopción de prácticas agroforestales en proyectos desarrollados en San Juan Opico, El Salvador. A través de la asistencia técnica se logró el aumento de las parcelas agroforestales en la zona, esto se debió a cursos de capacitación, el éxito de viveros comunales y el desarrollo rápido de los árboles en las parcelas (Almeida *et al.* 1999).

La asistencia técnica en el caso de los sistemas silvopastoriles es básica, ya que muchas de las prácticas silvopastoriles que se proponen van en sentido contrario de tecnologías que se promovieron en el pasado; en este sentido, cabe recordar que por muchos años las políticas para el sector ganadero promovían la creación de áreas de pastoreo con la eliminación casi total de los árboles. Es por ello que la asistencia técnica es vital para explicar a los productores los nuevos conceptos relacionados con la incorporación de los árboles en las pasturas, manejo de la regeneración natural y los diferentes arreglos silvopastoriles.

#### **2.9.5.2.2 Escasez de recursos para investigación y extensión**

En general, las instituciones nacionales de investigación y desarrollo agrícola, las instituciones regionales y los centros internacionales han estado sometidos a un proceso de ajuste en sus programas, con una reducción en sus recursos financieros y humanos dedicados a la investigación. Esto ocurre justamente cuando es más compleja la naturaleza y dimensión de los problemas a ser encarados, pues ahora no es sólo la preocupación por incrementar la productividad sino que cualquier intervención para mejorar el potencial productivo de los sistemas debe hacerse evitando provocar impactos negativos sobre el ambiente y respondiendo a los principios de equidad que deben regir a la sociedad (Pezo *et al.* 1999).

Naturalmente, la escasez de recursos para la investigación y extensión limita grandemente las posibilidades de difusión masiva de nuevas tecnologías de producción. Esta situación es lamentable pues en muchos casos los centros de investigación han desarrollados tecnologías que serían de gran ayuda a los productores, pero estos esfuerzos se ven anulados al no poder llevarlos a las manos de los productores por falta de presupuesto.

#### **2.9.5.2.3 Aspectos de educación y capacitación para extensionistas**

Una de las limitantes para la difusión de los sistemas silvopastoriles y agroforestales ha sido la escasa labor de capacitación y educación para extensionistas que se ha realizado en la región centroamericana. En este sentido, Pezo *et al.* (1999) insisten en la necesidad de revisar los programas educativos en ciencias agrícolas con el propósito de incorporar en ellos los elementos de sistemas agroforestales y silvopastoriles y proveer oportunidades de formación de posgrado en sistemas silvopastoriles para los profesionales pecuarios y forestales. Además se sugiere diseñar planes de capacitación o educación continua sobre la temática para que los profesionales y técnicos involucrados en la enseñanza, investigación y transferencia de tecnología, contribuyan a que se pase de la etapa de teorización sobre las relaciones entre el manejo tradicional de la ganadería y el deterioro ambiental, hacia la acción en el manejo sostenible de los recursos naturales en sistemas ganaderos.

Para que la región centroamericana pueda aprovechar los avances de la investigación sobre sistemas silvopastoriles, es necesario revisar los programas de educación y capacitación, tratando de balancear los elementos conducentes al incremento de la productividad, con aquellos orientados a crear conciencia sobre la problemática ambiental y social de sus países.

#### **2.9.5.2.4 Carencia de información sobre alternativas apropiadas**

A pesar de que muchas personas reconocen la importancia de la problemática de las pasturas degradadas, existe poca información sobre el área exacta y el grado de degradación que afecta a la región centroamericana. En este sentido, resulta necesario desarrollar metodologías utilizando herramientas como el sistema de información geográfica (SIG) para cuantificar el área de pasturas degradadas y para recomendar alternativas de sistemas silvopastoriles o agroforestales, considerando las condiciones

biofísicas (suelos, topografía, clima, etc.) y socioeconómicas de cada zona (Pezo *et al.* 1999).

Es un poco difícil determinar las especies o los productos con mayor éxito en generar beneficios de autoconsumo o venta en el mercado. Es aconsejable para los proyectos, que ofrezcan un rango moderadamente amplio de opciones y que permitan que los agricultores y agentes de mercadeo se especialicen de acuerdo con los incentivos caseros o de mercado (Current *et. al* 1995).

Muchas comunidades tropicales se caracterizan por una estratificación socio-económica; por ejemplo, con relación al acceso a los factores de producción como la tierra, mano de obra o posesión de ganado; esta estratificación tiene a menudo implicaciones en el desarrollo de diseños agroforestales o silvopastoriles apropiados. Por tal razón, los programas difusión agroforestales o silvopastoriles no deberían basarse en la introducción de paquetes tecnológicos estandarizados para comunidades enteras, sino que deberían ofrecer diferentes opciones correspondientes a las necesidades y potencialidades de cada finca (Wiersum 1989).

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudio**

##### **3.1.1 Localización.**

La presente investigación se desarrolló tomando como base fincas localizadas en Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua. Las fincas objeto de estudio forman parte del proyecto “*Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*” el cual es desarrollado a través del convenio CATIE-GEF-Banco Mundial.

##### **3.1.2 Clima**

La zona de estudio en Costa Rica cuentan con un rango altitudinal entre 50 a 1000 msnm. La temperatura media anual es de 27° C, la precipitación anual está entre 1500 y 2000 mm, en la zona se presentan dos épocas bien marcada: la época lluviosa de mayo a diciembre y una época seca de enero a abril. La humedad relativa se mantiene entre 65 a 80%.

En Nicaragua la zona de estudio tiene un rango altitudinal entre 200 a 300 msnm, la temperatura media anual es de 27° C. La precipitación anual está entre 1800 y 2000 mm, cabe señalar que se presenta una época seca que dura alrededor de cinco meses.

### **3.1.3 Suelo**

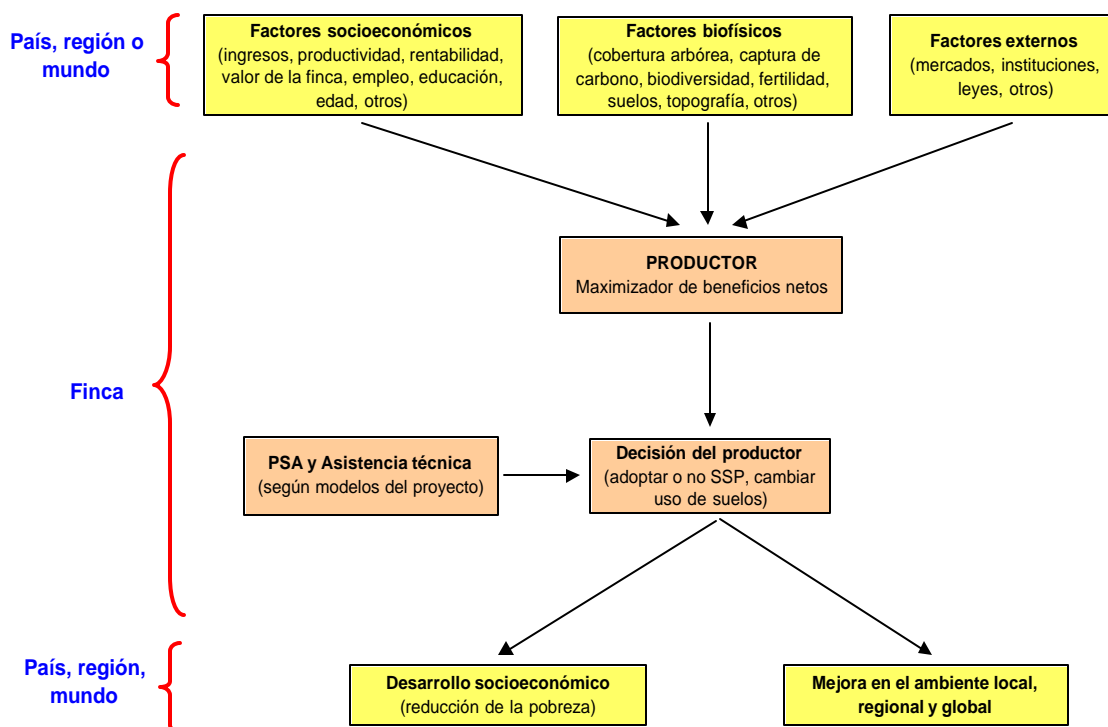
Los suelos predominantes en las fincas a estudiar pertenecen a los órdenes Alfisoles, Inseptisoles y Ultisoles (Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial 2002). En cuanto a la topografía, en Costa Rica, entre 50 200 msnm los suelos son planos, mientras que entre 200 a 1000 msnm los terrenos son ondulados con pendientes superiores a 30%.

En Nicaragua, la topografía es fuertemente ondulada con pendientes entre 30 y 50%. Los suelos son predominantemente arcillosos.

## **3.2 Metodología**

Para el desarrollo de esta investigación se empleó un marco conceptual basado en un enfoque de sistema, el cual se esquematiza en la Figura 4. Este marco conceptual se desarrolló para establecer las relaciones entre las fincas bajo estudio y su contexto externo, a fin de identificar las variables externas e internas a la unidad de análisis (la finca) que ejercen influencias sobre la toma de decisiones en las fincas.





**Figura 4.** Modelo utilizado para el análisis de factores que afectan la toma de decisiones a nivel de finca.

### 3.2.1 Selección de fincas

En esta investigación se tomaron en cuenta 267 fincas ubicadas en Esparza, Costa Rica (132) y Matiguás, Nicaragua (135), las cuales forman parte del proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial “*Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*”. Para obtener la información correspondiente a cada finca se utilizó la base de datos que posee el mencionado proyecto. Para los casos en que la información obtenida de las bases de datos no fue suficiente o generaba dudas se procedió a realizar visitas a las fincas.

### 3.2.2 Descripción del proceso de pago por servicios ambientales en el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial

El pago por servicios ambiental es una parte fundamental de esta investigación, por lo que a continuación se describe el proceso. En este proyecto el pago por servicios ambientales (PSA) se hace en base a un “*índice combinado de uso de suelo*”, el cual se basa en dos factores: protección de la biodiversidad y capacidad para fijar carbono. El índice está diseñado para asignar valores los diversos sistemas asociados al uso de

tierras en cada finca, según: a) su contribución a la protección, conservación o incremento de la biodiversidad presente en la zona, y b) a la capacidad de fijar carbono de manera estable. Para cada factor la calificación está comprendida entre 0 y 1, resultando “2,0” como el puntaje máximo que puede alcanzar un uso de suelo al sumar ambos factores

La forma de uso de la tierra a la cual se asigna el mayor valor es el bosque primario, cuya presencia en las fincas seleccionadas es mínima. A este uso se le asignó un valor de 2,0, con ello se asegura su conservación y se evita un incentivo perverso que pudiese conducir a su destrucción. Los demás sistemas de uso de tierra son calificados de 0 a 1 según su contribución a la conservación de la biodiversidad y de 0 a 1 según su capacidad de retención estable de carbono. Por lo tanto, cambios en los patrones de uso del suelo se tomarán como indicadores del volumen de los servicios ambientales a ser provistos.

El pago por servicios ambientales se realizó en base al incremento en la provisión de los servicios ambientales de secuestro de carbono y protección de la biodiversidad, derivados del cambio en el uso del suelo debido a la adopción de los sistemas silvopastoriles. El pago es proporcional al incremento en los servicios ambientales medidos en relación a una línea base (año 0) establecida al año de inicio del proyecto.

El proyecto cuenta con una definición y un índice para el pago de servicios ambientales para un total de 28 formas diferentes de uso del suelo, las cuales varían desde pasturas naturales degradadas a bosques de regeneración secundaria y primaria. Por estudios realizados previamente (Harvey 2001, Kanninen 2000, Fundación Solar 2000) se considera que estos usos de la tierra poseen diferentes potenciales para el almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad los cuales se reflejan en la construcción de un índice compuesto (ver Anexo 1A).

### **3.2.3 Descripción analítica de la encuesta realizada por el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial**

La encuesta utilizada por el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial para recolectar información sobre los productores y sus fincas estuvo compuesta de las siguientes secciones:

**Datos Generales de la Unidad de producción:** En esta sección se incluyó el área de la finca, caminos de acceso, historial de la finca en lo que se refiere a la ocurrencia de desastres naturales, régimen de tenencia de la tierra, precio de la tierra. También se indagó sobre la presencia de familias dentro de la finca que no son parte de la familia del que toma las decisiones entre otras variables.

**Características de la familia del productor:** Se tomó en cuenta variables como composición de la familia por género y edad, escolaridad obtenida por cada miembro, actividades en las que participa y que ocurren fuera de la finca, patrones migratorios, grupo étnico.

**Manejo del hato y los potreros:** Esta sección se basó en la composición del hato por edad, raza y uso o propósito, enfermedades del hato, patrones de alimentación del hato, patrones de rotación de los potreros entre otros.

**Producción:** Se tomaron en cuenta variables como producción de productos derivados del ganado (leche, quesos, etc) venta de ganado y propósito, producción agrícola y su propósito (consumo interno, venta en mercados locales, regionales, etc), a quien se le vendieron los productos y localización geográfica de los mercados en donde se vende, precios de venta.

**Costos de producción:** Esta sección capturó la información referente al nivel de uso de insumos, precios de los mismos, uso de mano de obra (mano de obra propia y de familia así como contratada).

**Capital Social:** La información recogida en esta sección está relacionada a la participación en grupos asociados con la iglesia, cooperativas y grupos de apoyo para defenderse de situaciones adversas. Se recavó información con respecto a la intensidad de participación, es decir, número de veces que se participó en reuniones y otras.

**Crédito:** En esta sección se recolectó información relacionada a la disponibilidad de crédito, créditos obtenidos en el pasado, las condiciones bajo las cuales se utilizaron los créditos en el pasado, entre otros puntos se anotaron las tasas de interés, plazos, etc. También se indagó sobre la percepción de los productores en torno a la alternativa del

crédito, el tipo de crédito (formal e informal) y las instituciones que brindan el servicio de crédito.

**Percepción sobre la biodiversidad y calidad del agua:** Las preguntas de esta sección estuvieron enfocadas a los conocimientos sobre la importancia y protección de las fuentes de agua y la biodiversidad.

Es conveniente señalar que el cuestionario utilizado en esta encuesta pasó por una fase de prueba con el fin de verificar la validez del documento. Los encuestadores fueron capacitados para que la recolección de la información fuese lo más real y eficiente posible, en general se utilizó personal con amplia experiencia en actividades agropecuaria y ganaderas. Por otro lado, se ofreció el pago de un día de trabajo (un jornal) a la persona que proporcionó la información en cada finca, con ello se buscó que la persona tuviese un incentivo para brindar información confiable.

Finalmente, todos los datos recavados mediante la encuesta fueron digitalizados en una base de datos para facilitar su manejo y utilización. Esta base de datos fue sometida a un proceso de verificación y depuración de errores imputables tanto a los encuestadores como a los digitadores de los datos.

### **3.2.4 Establecimiento de la Línea Base**

La línea base representa el estado de las fincas al inicio del proyecto (Año 2003 = Año 0). Los datos recavados a través de la encuesta fueron utilizados para preparar la línea base para cada finca, la cual se utilizó como referencia para realizar el pago por el incremento en servicios ambientales en el año 2004, es decir para medir el incremento en la provisión de tales servicios. En el caso de la línea base se pagó un incentivo a todos los productores que participan del proyecto, este incentivo estuvo representado por el pago de US\$10.00 por cada punto alcanzado en el índice compuesto sobre uso de la tierra en el año 0. Este incentivo pretendió premiar a los productores innovadores que implementaron sistemas silvopastoriles y acciones de conservación antes del inicio del proyecto.

Debido al gran volumen de información que se capturó con la encuesta, después de determinada la línea base se seleccionó un conjunto de variables que permitieron monitorear los cambios que experimentan las fincas en cuanto a usos de la tierra,

producción agropecuaria y aspectos socioeconómicos. Las variables seleccionadas se agrupan de la siguiente manera: Biofísicas (usos del suelo, topografía, caminos, distancia al poblado más cercano, tamaño de las fincas, accesibilidad), Socioeconómicas (años de tenencia de la tierra, caracterización del productor y su familiar, principales problemas de la finca, ingresos y egresos, uso de mano de obra, infraestructura y equipos en la finca), Manejo del ganado y potreros (estructura del hato, razas, tipo de pasto, presencia y uso de árboles, fertilización de potreros, limpieza de potreros, tipo de cerca, suplementos alimenticios, parámetros reproductivos, etc.),

Para la presente investigación el establecimiento de la línea base marca el punto de partida necesario para poder medir posteriormente el efecto del pago por servicios ambientales, la asistencia técnica y otras variables sobre la toma de decisión de los productores.

### **3.2.5 Monitoreo de variables**

Para medir los cambios en el uso de suelo se realizó un monitoreo en el primer trimestre del presente año. A través de este monitoreo se obtuvo la información necesaria para determinar el puntaje en el índice combinado sobre uso del suelo alcanzado por cada finca, el cual es necesario para poder pagar por el incremento en la prestación de los servicios ambientales

Los datos recavados mediante este monitoreo juntos con la información de la línea base fueron la materia prima para la presente investigación, ya que a través del análisis de esa información se logró evaluar el comportamiento de cada grupo de fincas y establecer comparaciones entre ellos. Esto permitió encontrar estadísticas descriptivas para cada grupo y construir modelos econométricos para describir el efecto de las variables, tanto las introducidas por el proyecto como otras que escapan de su control, sobre comportamiento de los productores en cuanto a la adopción de los sistemas producción amigables con el ambiente.

### **3.2.6 Variables**

Las variables que se utilizaron para el desarrollo del presente estudio se pueden dividir en tres grupos a saber:

### **3.2.6.1 Variables socioeconómicas**

Edad de los productores, nivel de escolaridad, residencia o no dentro de los predios de las fincas, número de personas que habitan la residencia principal de la finca, total de horas de trabajo que dedican las familias a las actividades de la finca, capital total de los productores (suma de todos los activos), valor total de los bienes fijos, número de peones permanentes, posesión o no de camionetas o vehículos, años de posesión de las fincas, acceso a créditos, participación en grupos organizados de la comunidad, percepción sobre el impacto de las actividades de la fincas sobre el ambiente y las fuentes de agua.

### **3.2.6.2 Variables biofísicas**

Área total de las fincas (ha), área ocupada por bosques riparios (ha), área ocupada por bosques secundarios (ha), área efectiva de las fincas (área total menos área ocupada por bosques riparios y secundarios), topografía (plana, ondulada y quebrada), accesibilidad a las fincas (accesible o no durante todo el año), distancia de las fincas al centro poblado más cercano (km).

### **3.2.6.3 Variables introducidas para la ejecución del proyecto**

Entre las variables que obedecen a la ejecución del proyecto se pueden mencionar: Pago por servicios ambientales (PSA), esquema de pago (PSA por dos o cuatro años), el grupo al cual está asignada cada finca de acuerdo al proyecto (con PSA, con PSA y asistencia técnica o control), conocimientos sobre sistemas silvopastoriles y asistencia técnica, puntaje en el índice sobre uso del suelo en línea base (Puntos03), puntaje en el índice sobre uso del suelo en año 2004 (Puntos04), puntos promedio por hectárea 2003 y 2004 (P/Ha/03 y P/Ha/04) y puntos incrementales promedio por hectárea (Pincr/Ha) .

### **3.2.7 Análisis de Datos**

Los datos obtenidos de las bases de datos del proyecto y las encuestas complementarias se analizaron mediante la utilización del Programa Estadístico InfoStat (versión 1.5) y el Programa Econométrico Limdep (versión 7.0), utilizando procedimientos como los que se describen a continuación para determinar diferencias y semejanzas entre los grupos de fincas; al igual que para medir el efecto de diversas variables en conjunto.

### 3.2.7.1 Prueba T para muestras independientes

De acuerdo López *et al.* (2001) e InfoStat (2003), la prueba “t” de Student proporciona el método para comparar las medias de dos muestras. Esta prueba permite probar la hipótesis sobre la esperanza de la variable aleatoria definida como una diferencia de medias muestrales. Básicamente, esta prueba nos permite saber si, a un determinado nivel de significancia, dos muestras son estadísticamente iguales en sus esperanzas o medias. Esto es:

$$H_0: E(X_1) = E(X_2); \quad \text{versus} \quad H_1: E(X_1) \neq E(X_2)$$

### 3.2.7.2 Análisis de la varianza

Si se desea hacer inferencia estadística de más de dos medias, se debe utilizar el análisis de varianza. El análisis de varianza, parte la variación total dentro de las observaciones en porciones asociadas con ciertos factores, los cuales están definidos por el esquema de clasificación de los datos. Estos factores son las fuentes de variación (Gujarati 1992, López *et al.* 2001). En esta prueba, según InfoStat (2003), la hipótesis que se somete a consideración generalmente se establece con respecto a las medias de las poblaciones en estudio o de cada uno de los tratamientos evaluados en un experimento, esto es:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

### 3.2.7.3 Prueba LSD de Fisher

Esta prueba compara las diferencias observadas entre cada par de promedios muestrales con el valor crítico correspondiente a la prueba T para dos muestras independientes. La prueba no ajusta el nivel de significación simultáneo, por lo cual la tasa de error por experimento puede ser mayor al nivel nominal, aumentando conforme aumenta el número de tratamientos a evaluar (InfoStat 2003).

Las pruebas anteriores permitieron establecer en cuales grupos de fincas hubo diferencias y en cuales no, en base al puntaje obtenido en la índice combinado de uso del suelo, y de acuerdo a esos resultados decidir sobre el mejor procedimiento para encontrar un modelo que permitiera describir el proceso de adopción de usos del suelo amigables con el ambiente.

### 3.2.8 Modelos econométricos

Al inicio de la investigación se contempló la utilización de dos tipos de modelos para explicar el proceso de adopción de sistemas de producción amigables con el ambiente

basados en prácticas silvopastoriles: a) Modelos de Regresión Múltiple b) Modelos Logit y Ordered Logit, la decisión de utilizar de uno u otro modelo estuvo supeditada al tipo de datos que se obtuvieron y a los resultados de las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores; en tal sentido, se optó por construir modelos de regresión múltiples, ya que debido a las pequeñas diferencias entre los grupos de finca no era factible utilizar los modelos Logit. Sin embargo, a continuación se describen las bases para la utilización de ambos modelos en futuras investigaciones.

### 3.2.8.1 Modelos de Regresión Múltiple

El análisis de regresión simple permite conocer el efecto que las alteraciones en una variable determinada tienen sobre la conducta de otra. Sin embargo, en economía, la evolución de una variable no suele explicarse por un solo factor, sino que, en general, se necesita conocer varias variables para tratar de explicar adecuadamente la variable dependiente. Por ello para explicar el proceso de adopción de prácticas silvopastoriles es necesario incluir en el modelo varias variables (Martín *et al.* 1997).

El análisis de regresión múltiple se usa para probar hipótesis acerca de la relación entre una variable dependiente ( $Y_i$ ) y dos o más variables independientes ( $X_s$ ), y para predicción (Salvatore 1991). El modelo de regresión múltiple se puede definir de la siguiente manera:

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} \dots + u_i$$

### 3.2.8.2 Modelos Logit

Los modelos logit se basan en la regresión logística y representan un método que permite modelar la relación entre una variable respuesta de naturaleza dicotómica en relación a una o más variables independientes o regresoras. En general las respuestas dicotómicas se transforman a las cifras 0 y 1, sin embargo, el significado puede ser “presente” y “no presente”, “vivo” y “muerto”, “pertenece” o “no pertenece”, “adopta” o “no adopta”. En la regresión logística lo que se modela es la probabilidad  $P(Y=1)$  que un evento ocurra para un nivel dado de la variable predictora (Hosmer y Lemeshow 1989, Fienberg, 1994, López *et al.* 2001, InfoStat 2003, Maddala 1999).

Para una respuesta binaria, el modelo de regresión logística simple, es decir con una regresora, tiene la siguiente forma:  $\text{Logit}(p_i) = \log(p_i/(1-p_i)) = \beta_0 + \beta_1 X_i$ , donde  $p_i$  es la probabilidad de éxito dado  $X_i$ ,  $\beta_0$  es la ordenada al origen (constante),  $\beta_1$  es la pendiente



o coeficiente de regresión asociado a  $X$  y  $X$  es la variable explicatoria. Luego, en regresión logística, se modela la transformación Logit de la probabilidad de éxito como una función lineal de una o más variables explicatorias (InfoStat 2003). La ecuación presentada anteriormente se conoce como “función de distribución logística (acumulativa) y se puede escribir, por razones de facilidad, como  $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i$ .

Los modelos logit pueden contener diferentes variables regresoras ( $X^2$ ,  $X^3$ ,  $X^4$ , etc.). De la misma manera, podemos tener modelos con varias variables dependientes, en estos caso se conocen como “modelos logit multinomiales”. Modelos logit de este tipo han sido utilizado en diferentes campos, por ejemplo, para el estudio de selección de modo de transporte tomando como variables las opciones bus, tren, automóvil, el tiempo de viaje y el ingreso de las personas (Theil 1969, citado por Maddala 1999), y para el estudio de los determinantes en la selección del empleo tomando en cuenta la educación, experiencia, raza y sexo (Schmidt y Strauss 1975, citado por Maddala 1999).

La regresión logística se aplica frecuentemente en el campo de estudios de sobrevivencia en estudios de la salud y en la epidemiología. Los modelos logit han sido utilizados en situaciones en donde se requiere estimar la probabilidad de que ocurra un evento, como por ejemplo: un paciente se cura de una enfermedad o no, en una cadena de producción se fabrica una pieza correcta o no, un estudiante aprueba una asignatura o fracasa, un cliente realiza la compra o no de un producto. En estos problemas el objetivo del modelo es poder predecir la respuesta (binaria) de un individuo de la población del que se conocen unas características medibles.

Los modelos logit no son lineales en los parámetros, por lo tanto los estimadores más adecuados son los estimadores de máxima verosimilitud. Los programas de computación econométricos tales como SHAZAM y LIMDEP o los programas estadísticos como el SAS, generan estos estimadores, conjuntamente con una serie de pruebas de significancia para los estimadores y de bondad de ajuste para el modelo.

Debido a los buenos resultados que se reportan en la literatura con relación a la utilización de modelos logit para atender problemas relacionados con la escogencia de alternativas, para la presente investigación se propone su empleo ya que, de manera general, nuestro propósito es crear un modelo que permita predecir la decisión de los productores en cuando a la alternativas de seleccionar o no (adoptar o no adoptar) los

sistemas silvopastoriles propuestos para producir cambios favorables en el uso de los suelos y determinar las condiciones que más favorecen la adopción.

### **3.2.8.3 Modelos Ordered Logit**

Los modelos Ordered Logit representan un caso particular dentro de los modelos logit y su aplicación se produce cuando se tienen respuestas agrupadas en categorías o niveles.

Al inicio de la presente investigación se planteó la utilización de modelos ordered logit ya que se agruparían en categorías los puntajes alcanzados por las fincas en el índice compuesto sobre uso del suelo y, en base a ello, se construiría un modelo para explicar cuales eran la variables que mayormente influyen para que las fincas se encuentren con diferencias en el índice. Sin embargo, los datos recopilados de las fincas no permitieron utilizar dichos modelos debido a la escasa diferencia entre los diferentes grupos de fincas.

### **3.2.9 Alcance de los modelos econométricos propuestos**

Los modelos econométricos que se construyeron en base al puntaje obtenido en el índice combinado sobre el suelo permitieron establecer relaciones entre las características de las fincas, el productor, y el efecto de las variables introducidas por el proyecto (pago por servicios ambientales, asistencia técnica, y otras). Estas relaciones nos darán la oportunidad de conocer el impacto de que está teniendo el Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial sobre la toma de decisión de los productores en cuanto al uso de la tierra. Por otro lado, se obtuvo una medida sobre cuales variables tienen mayor influencia en la toma de decisión.

La utilización de los modelos econométricos propuestos contribuye a la evaluación de algunas de las hipótesis planteadas por el proyecto, por ejemplo: si es el pago por servicios ambientales o la asistencia técnica el principal determinante en la adopción de sistemas silvopastoriles. Además contribuye al cumplimiento de los objetivos establecido en el Subcomponente de Investigación del Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial, por ejemplo: evaluar la importancia del pago por servicios ambientales versus otros factores sociales, financieros y técnicos en relación a la adopción de los sistemas silvopastoriles.

Por otro lado, considerando que es una meta del proyecto contribuir a la masificación del uso de los sistemas silvopastoriles, los modelos construidos en esta investigación brindan luces para el desarrollo de otros proyectos en cuanto a cuáles son las variables que tienen mayor influencia en la toma de decisiones por parte de los productores en relación al cambio de uso de suelo. De esta manera se podrán hacer los correctivos pertinentes de acuerdo al área donde se pretenda establecer un proyecto de este tipo.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Dado que la investigación se desarrolló en dos países, para facilitar la presentación y comprensión, los resultados se expondrán en secciones separadas para cada país.

### **4.1 Costa Rica**

#### **4.1.1 Descripción de la muestra**

En Costa Rica el estudio comprendió una muestra conformada por 132 fincas, las cuales están agrupadas de la siguiente manera: 30 en el Grupo A (grupo control), 71 en el Grupo B (grupo que recibe pago por servicios ambientales) y 31 en el Grupo C (grupo que recibe pago por servicios ambientales y asistencia técnica). Así mismo las fincas se distribuyen, de acuerdo al esquema de pago al cual están sujetas, de la siguiente manera: 52 conforman el grupo con Esquema de Pago 1, el cual recibe pago por servicios ambientales (PSA) por un período de 4 años; 50 pertenecen al grupo con Esquema de Pago 2, el cual recibe pago (PSA) por un período de dos años; mientras que las 30 restantes no reciben pago por servicios ambientales. A continuación se resume la distribución de las fincas en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**  
Distribución de las fincas por grupo y esquema de pago en Costa Rica

Según tipo de beneficio		Según esquema de pago	
Grupo	Nº de Fincas	Esquema	Nº de Fincas
Grupo A (control)	30	Pago por cuatro años (Esq 1)	52
Grupo B (PSA)	71	Pago por dos años (Esq 2)	50
Grupo C (PSA + Asist. Técnica)	31	Sin pago (Esq 3)	30
<b>Total de fincas</b>	<b>132</b>	<b>Total de fincas</b>	<b>132</b>

#### 4.1.2 Caracterización global de las fincas.

Las fincas poseen una superficie promedio de 34,58 ha, de las cuales en promedio 5,80 ha están cubiertas por bosques riparios y 2,58 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Por lo tanto, las fincas tienen en promedio un área efectiva<sup>6</sup> de 26,20 ha, o sea un 78,02% de la superficie total.

Las fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año, ya que tan sólo un 3,1% de las mismas tiene problemas de acceso durante la época de lluvias. La distancia promedio de las fincas a los centros poblados es de 2,69 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 20,49% de topografía plana, 55,74% ondulada y 22,69 con topografía quebrada.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,37 peones permanentes por finca.

#### 4.1.3 Caracterización de los grupos de fincas según tipo de beneficio.

##### **Fincas del Grupo A (Control):**

Este grupo está compuesto por 30 fincas. Las fincas poseen una superficie promedio de 39,82 ha, de las cuales en promedio 7,33 ha están cubiertas por bosques riparios y 0,03 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Las fincas tienen en promedio un área efectiva de 32,46 ha, o sea un 84,66% de la superficie total.

<sup>6</sup> En este estudio se tomó como área efectiva de las fincas las tierras que no están ocupadas por bosques riparios ni bosques secundario, debido a que existen restricciones legales que impiden a los productores incorporar éstas áreas a las actividades ganaderas de sus fincas.

Para este grupo el pago recibido en base al puntaje obtenido en la línea base fue en promedio 353,78 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 35,38, mientras que para el 2004 fue de 38,15. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 2,76 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 52,27 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 17,58 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de tan solo 3,77.

Las fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año, ya que tan sólo un 3,4% de las mismas tiene problemas de acceso durante la época de lluvias. La distancia promedio de las fincas de este grupo a los centros poblados es de 3,13 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 21,20% de topografía plana, 56,33% ondulada y 22,47 con topografía quebrada.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,46 peones permanentes por finca; mientras que las mano de obra familiar es de 39.43 horas semanales.

#### **Fincas del Grupo B (recibe pago por servicios ambientales):**

Este grupo está representado por un total de 71 fincas, la cuales poseen una superficie promedio de 33,45 ha, de las cuales en promedio 5,03 ha están cubiertas por bosques riparios y 3,86 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Las fincas tienen en promedio un área efectiva de 24,56 ha, o sea un 76,71% de la superficie total.

En este grupo las fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año (97,17%) La distancia promedio de las fincas de este grupo a los centros poblados es de 2,46 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 21,10% de topografía plana, 53,77% ondulada y 24,97 con topografía quebrada.

Para este grupo el pago recibido en base al puntaje obtenido en la línea base fue en promedio 242,32 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 26,68. Cabe aclarar que el pago máximo establecido por el proyecto para la línea base fue de US\$ 500,00 (US\$10,00 dólares por punto), esto provoca una diferencia entre el promedio de puntos 2003 y la suma promedio recibida por los productores, ya muchos superaron los 50 puntos y no recibieron pago por los puntos adicionales. Para el año 2004 el puntaje

promedio fue de 35,17. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 8,55 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 50,44 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 19,54 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de tan solo 3,83.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,17 peones permanentes por finca; mientras que las mano de obra familiar es de 60.86 horas semanales.

**Fincas del Grupo C (recibe pago por servicios ambientales y asistencia técnica):**

Este grupo lo compone un total de 31 fincas, las cuales poseen una superficie promedio de 32,11 ha, de las cuales en promedio 6,10 ha están cubiertas por bosques riparios y 2,10 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Las fincas tienen en promedio un área efectiva de 23,90 ha, o sea un 74,59% de la superficie total.

El 96,77% de las fincas son accesibles durante todo el año. La distancia promedio de las fincas de este grupo a los centros poblados es de 2,76 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 18,38% de topografía plana, 63,93% ondulada y 17,67 con topografía quebrada.

El pago recibido en base al puntaje obtenido en la línea base fue en promedio 234,78 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 25,35, mientras que para el 2004 fue de 32,91. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 7,56 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 56,35 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 25,55 años. De igual manera, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de tan solo 3,42.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,29 peones permanentes por finca; mientras que las mano de obra familiar es en promedio 49,35 horas semanales.

#### **4.1.4 Caracterización de los grupos de fincas según esquema de pago.**

##### **Fincas en Esquema de Pago 1:**

En Costa Rica en el esquema de pago 1 existe un total de 52 fincas, las cuales poseen una superficie promedio de 32,04 ha, de las cuales en promedio 5,30 ha están cubiertas por bosques riparios y 2,67 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Las fincas tienen en promedio un área efectiva de 24,07 ha, o sea un 76,85% de la superficie total.

En este grupo las fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año (96,15%) La distancia promedio de las fincas de este grupo a los centros poblados es de 2,62 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 22,18% de topografía plana, 58,06% ondulada y 19,76 con topografía quebrada.

Para este grupo el pago recibido en base al puntaje obtenido en la línea base fue en promedio 230,65 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 26,00, mientras que para el 2004 fue de 34,02. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 8,02 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 51,92 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 18,35 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de tan solo 3,94.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,16 peones permanentes por finca; mientras que las familias dedican un promedio de 59,46 horas semanales a las labores de la finca.

##### **Fincas en Esquema de Pago 2:**

A este grupo pertenece un total de 50 fincas, cuya superficie promedio es de 34,09 ha, de las cuales en promedio 5,41 ha están cubiertas por bosques riparios y 4,01 ha se encuentran bajo cobertura de bosques secundarios. Las fincas tienen en promedio un área efectiva de 24,67 ha, lo cual representa un 75,25% de la superficie total.

En este grupo el 98.00% de las fincas son accesibles durante todo el año. La distancia promedio de las fincas al centro poblado más cercano es de 2,49 km. En cuanto a la

topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 18,31% de topografía plana, 55,61% ondulada y 25,88 con topografía quebrada.

Para este grupo el pago recibido en base al puntaje obtenido en la línea base fue en promedio 249,79 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 26,46, mientras que para el 2004 fue de 34,96. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 8,49 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 52,56 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 24,50 años. De igual manera, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de tan solo 3,46.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,17 peones permanentes por finca; mientras que las mano de obra familiar es de 60,86 horas semanales.

### **Fincas en Esquema de Pago 3:**

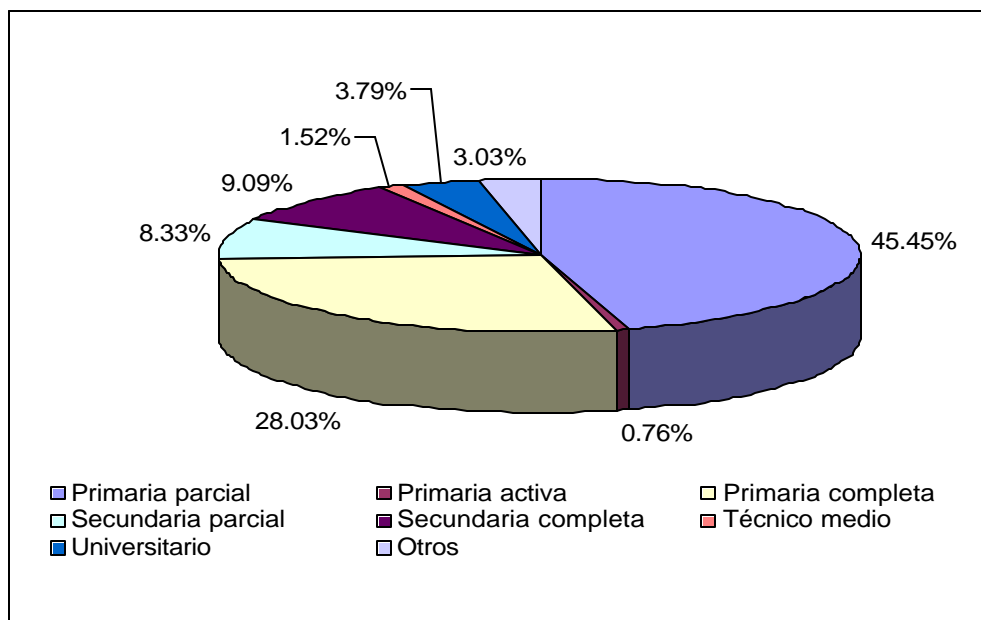
Para fines de codificación se asignó a las fincas que forman el grupo control el esquema de pago 3, aunque en realidad este grupo no recibe pago por los servicios ambientales prestados. Cabe indicar que en este apartado no se profundizará en su caracterización debido a que son las misma fincas que fueron descrita anteriormente en el apartado referente al Grupo A (grupo control).

#### **4.1.5 Caracterización de los productores y sus familias**

La edad promedio de los productores es de 52,24 años, mientras el número promedio de residentes en la vivienda principal de las fincas de es 3,72 personas. Las fincas han sido propiedad de los productores en promedio durante los últimos 20,50 años. Por otro lado, el 59,84% de los productores encuestados indicó residir dentro de los predios de la finca.

En cuanto al grado de escolaridad tenemos que el 45,45% de los productores realizó estudio primarios parciales, un 28,03% posee estudios primarios completos, el 8,33% posee estudios secundarios parciales y 9,09% posee estudios secundarios completos. Otros grupos de productores con niveles de escolaridad que representan bajos porcentajes se pueden apreciar en la Figura 5





**Figura 5.** Distribución porcentual del grado de escolaridad de los productores en las fincas Costa Rica.

En cuanto al nivel de capital total de las familias se encontró que el 34,85% posee ingresos que permiten ubicarlas en la categoría de capital bajo, un 25,76% tiene ingresos correspondientes al grupo de capital medio bajo, un 18,18% se ubican en la categoría de capital medio y el 21,21% restante corresponde a la categoría de familias con capital alto. Cabe indicar que el capital total promedio para las fincas de Costa Rica es de US\$ 153.107,30.

En el caso de las fincas de Costa Rica las familias dedican en promedio 53,29 horas semanales a las diferentes actividades relacionadas con el mantenimiento y operación de las fincas.

Por otro lado, el conocimiento de los productores sobre los métodos silvopastoriles es alto, ya que las técnicas más simples, como son: las cercas vivas, cortinas rompevientos y árboles dispersos son de conocimiento general entre los productores. Mientras que al indagar sobre técnicas más complejas se obtuvo que el 59,09% posee conocimientos sobre el sistema de bloques de árboles homogéneos, un 78,78% manifestó tener conocimiento sobre el manejo de la regeneración natural. La técnica silvopastoril que resultó menos conocida por los productores fue el banco proteico, ya tan solo un 29,54% indicó poseer conocimientos sobre la utilización de dicha técnica.

Adicionalmente, es importante indicar que sólo un 20,45% de los productores cree que las actividades tanto agrícolas como ganaderas realizadas en el pasado han afectado las fuentes de agua que nacen o pasan por sus respectivas fincas.

Entre otros aspectos importantes sobre los productores se tiene que el 27,27% manifestó haber recibido asistencia técnica de diversa índole durante los últimos tres años anteriores al inicio del proyecto. De igual manera, el 29,54% indicó haber obtenido algún crédito durante los cinco años anteriores al proyecto.

En cuanto a la participación en grupo organizados de la comunidad, el 38,63% de los productores manifestó estar participando en alguna agrupación u organización dentro de la comunidad.

#### **4.1.6 Análisis de variables desde un enfoque estadístico**

Para facilitar la presentación y discusión de los resultados se mantendrá la siguiente división: análisis de variables de acuerdo a los grupos de fincas y posteriormente el análisis de las variables de acuerdo a los esquemas de pago. Por otro lado, es importante indicar que para todas las variables se mantuvo la hipótesis nula ( $H_0$ ) de igualdad de medias entre los valores obtenidos por cada grupo para cada una de las variables. Todos las pruebas estadísticas realizadas se presentan en la sección correspondiente a los Anexos debidamente identificada con un número.

##### **4.1.6.1 Análisis de los Grupos de Fincas**

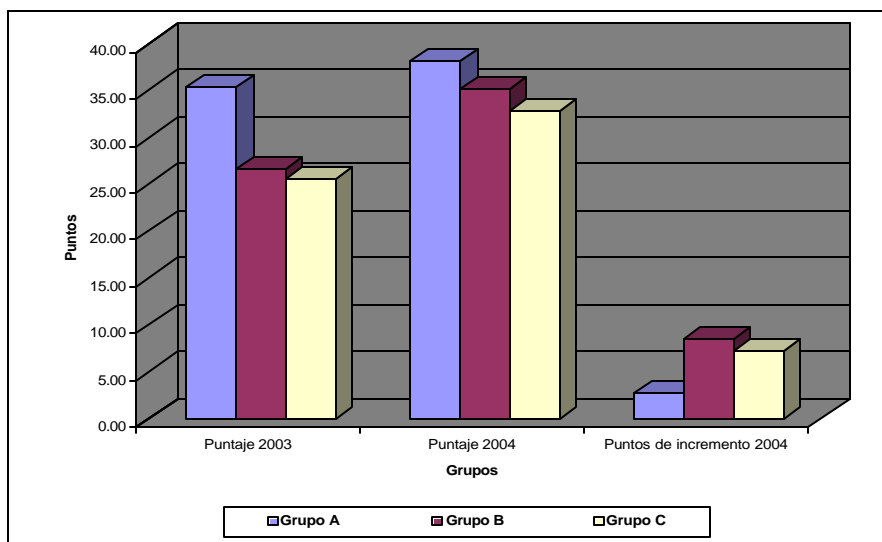
En primer lugar es necesario indicar que la superficies promedio de las fincas de los tres grupos resultaron estadísticamente iguales (Ver prueba 17), por lo que se descarta que el tamaño de la fincas sea un factor de importancia entre los grupos.

En relación a la variable "*puntos de incremento por finca 2004*" se tiene que los grupos que reciben el pago por servicios ambientales (Grupos B y C) presentaron una media en el puntaje para esta variable estadísticamente igual entre sí; pero a su vez la media de estos dos grupos (Grupo B y C) es estadísticamente diferente a la media del grupo control (Grupo A), tal como se puede apreciar en las pruebas 1 y 9. Como se puede observar en el Cuadro 2 la media de los Grupos B y C es superior a la del Grupo A en cuando los puntos de incremento por finca 2004. Este resultado es de gran relevancia

ya que la variable “*puntos de incremento 2004*” indica el esfuerzo de los productores por utilizar prácticas de uso de suelo amigables con el ambiente.

Estos resultados demuestran que el PSA está teniendo un efecto positivo sobre la adopción de prácticas de usos de suelo amigables con el ambiente, toda vez que los tres grupos mostraron al inicio del proyecto igualdad en las medias obtenidas en el “*puntaje por hectárea 2003*” (Línea base).

Por otro lado, al analizar las variables “*puntos promedio por finca 2003 y 2004*” se observa que el Grupo A (control) en ambos casos obtuvo una media superior a la obtenida por los Grupos B y C, esa situación contribuyó a que las fincas que actualmente reciben el PSA obtuviesen una media en los “*puntos de incremento por finca 2004*” superior al Grupo A (control), ya que el hecho de haber presentado al inicio del proyecto sistemas de producción bastante amigables con el ambiente pone al Grupo A en una un situación más difícil para poder aumentar su puntaje incremental. Para tener una mejor panorámica del fenómeno descrito se pueden observar los resultado de las variables mencionada en el Cuadro 2. Del mismo modo se presenta a continuación la Figura 6, la cual permite visualizar mejor el comportamiento de la variables.



**Figura 6.** Comportamiento de los Grupo A, B y C en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje por finca 2003, 2004 y puntos de incremento por finca 2004.

Los resultados más importantes alcanzados por cada uno de los grupos de fincas en Costa Rica, con relación al pago por servicios ambientales, se presentan resumidos en el Cuadro 2.

**Cuadro 2**  
Valores promedios para diferentes variables alcanzados por los grupos de fincas en Costa Rica

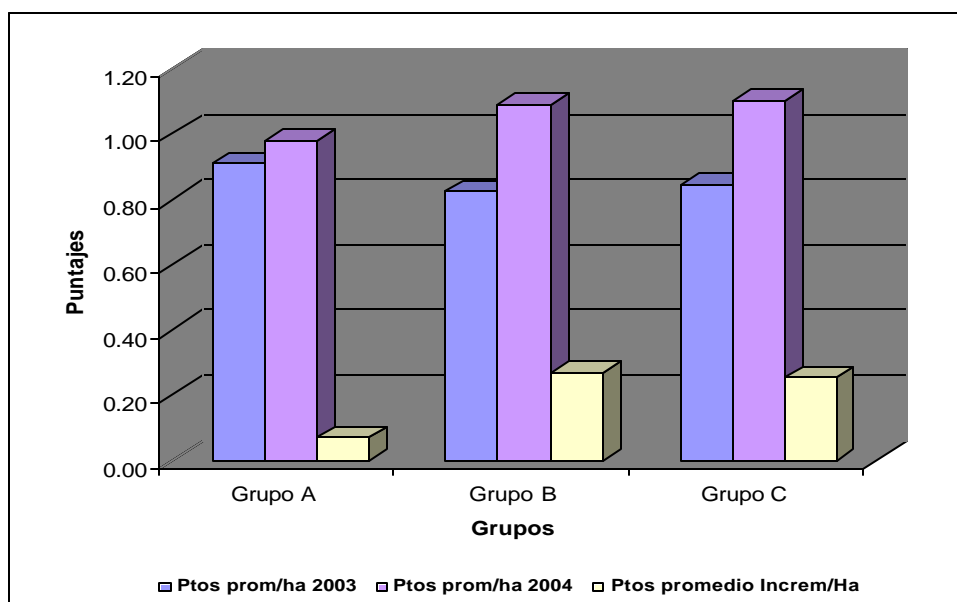
Grupos	Area Promedio (ha)	Bosque Ripario promedio	Bosque secundario promedio	Area Efectiva promedio (ha)	Area Efectiva promedio (%)	PSA 2003 promedio por finca (US\$)	PSA 2004 promedio por finca (US\$)	Puntos 03 promedio por finca	Puntos 04 promedio por finca	Incremento promedio por finca	Ptos Prom/Ha 2003	Ptos Prom/Ha 2004	Ptos promedio Increm/Ha
Costa Rica (Global)	34.58	5.80	2.58	27.85	83.31	265.88	675.70	28.40	35.31	6.9111	0.8465	1.0666	0.2201
Grupo A (Control)	39.82	7.33	0.03	32.46	84.66	353.78	0.00	35.38	38.15	2.7699	0.9070	0.9790	0.0720
Grupo B	33.45	5.03	3.86	27.08	83.83	242.32	685.85	26.68	35.17	8.5566	0.8223	1.0897	0.2674
Grupo C	32.11	6.10	2.10	25.17	80.79	234.78	652.45	25.59	32.91	7.5673	0.8433	1.0984	0.2551

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, los grupos presentan promedios para las diferentes variables muy similares, salvo en el caso de la variables puntos de incremento, en donde el Grupo B alcanzó el mayor puntaje (8,4816). Sin embargo, es necesario advertir que la variable *“puntaje promedio por finca”* no es el mejor indicador para comparar el comportamiento de los grupos en cuanto a la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente. Ello es así porque dicha variables se ve afectada por el efecto de escala, es decir, el tamaño de las fincas tiene una efecto positivo directo sobre el puntaje que las fincas pueden alcanzar. Por tal razón en la presente investigación se utilizaron las variables *“punto de incremento por finca”*, *“puntos promedios por hectárea”* y *“puntos de incremento promedio por hectárea”* como medida para realizar comparaciones entre los grupos.

De los datos presentados en el Cuadro 2 resulta de gran interés el análisis de los promedios alcanzados para las variables *“puntos promedio por hectárea 2004”* y *“puntos de incremento promedio por hectárea”*. De acuerdo a las pruebas estadísticas (análisis de varianza y prueba de igualdad de medias de Fisher) se tiene evidencia estadística significativa ( $P = 0,8619$ ) para indicar que, en el puntaje promedio por hectárea para el año 2004, los Grupos B y C tienen valores promedios estadísticamente iguales entre sí; sin embargo, la media de estos dos grupos es estadísticamente

diferente ( $P > 0,0500$ ) a la media obtenida por el Grupo A (Ver pruebas 3 y 13). Lo anterior nos indica que los grupos de fincas que son beneficiados por el pago de servicios ambientales (PSA) obtuvieron un puntaje promedio por hectárea para el año 2004 superior al obtenido por el grupo que no recibe dicho beneficio.

La situación descrita en el párrafo anterior se repite cuando se analiza la variable “*puntos promedio de incremento por hectárea 2004*”, ya que los Grupos B y C presentan medias que resultan estadísticamente iguales entre sí, pero a su vez la media de estos dos grupos resulta distinta ( $P < 0,0001$ ) a la media del Grupo A (Ver pruebas 4 y 12). Estos resultados son muy importantes, toda vez que la variable “*puntos de incremento promedio por hectárea*” es el indicador de mayor relevancia para medir el comportamiento de los grupos con relación a la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente. Los resultados anteriores, ponen de manifiesto que, para el caso de los grupos de fincas ubicadas en Costa Rica, las fincas que reciben el pago por servicios ambientales están teniendo mayor adopción de prácticas silvopastoriles que representan usos del suelo amigables con el ambiente. Los resultados descritos anteriormente y las tendencias que ellos originan se pueden apreciar gráficamente a través de la Figura 7, que se muestra a continuación:



**Figura 7.** Comportamiento de los Grupo A, B y C en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y los puntos de incremento promedio por hectárea 2004.

Aunque estadísticamente los Grupos B y C tienen un comportamiento similar entre sí, en cuanto al puntaje promedio por hectárea 2004 y los puntos de incremento promedio por hectárea, es importante hacer notar que el Grupo B presentó, en términos absolutos, una puntaje levemente superior al Grupo C en los puntos de incremento promedio por hectárea, a pesar que el Grupo C recibe dos tipos de beneficios: el pago por servicios ambientales y la asistencia técnica sobre el manejo del ganado y las diferentes prácticas silvopastoriles.

#### **4.1.6.2 Análisis de los Esquemas de Pago**

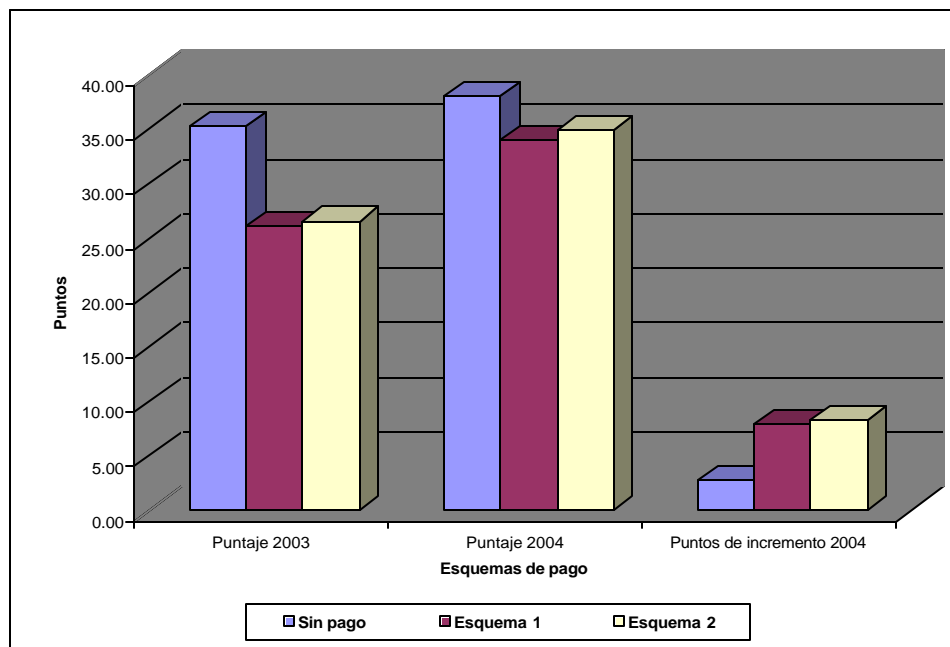
En el presente estudio, de acuerdo a la forma de realizar el pago por servicios ambientales (PSA), se analizaron tres grupos de fincas, de la siguiente manera: 1) Fincas con Esquema de Pago 1: Las cuales reciben el pago por servicios ambientales por un período de cuatro años y una suma correspondiente a US\$75,00 por cada punto de incremento en el índice combinado de biodiversidad y fijación de carbono, 2) Fincas con Esquema de Pago 2: Las cuales reciben PSA por un período de dos años y una suma correspondiente a US\$110,00 por cada punto de incremento en el índice combinado sobre biodiversidad y fijación de carbono, 3) Fincas que no reciben PSA: Las cuales representan el grupo control.

Es importante indicar que las fincas de los tres esquemas de pago presentaron una superficie promedio estadísticamente igual para los tres grupos (Ver prueba 18), por lo que se descarta que el tamaño de las fincas sea un factor que afecte el comportamiento de las fincas de cada esquema de pago.

La primera variable que se analizó, según los esquemas de pago, fue el "*puntaje incremental por finca 2004*" y se encontró que las fincas ubicadas en los Esquemas 1 y 2 (fincas que reciben el beneficio del PSA) obtuvieron una media de incremento superior a la media del Esquema 3 (fincas que no reciben PSA). Por otro lado, la media de las fincas de los Esquemas de Pago 1 y 2 resultó estadísticamente similar entre sí ( $P > 0,0500$ , Ver pruebas 5 y 10). Lo anterior sugiere que los grupos que reciben el PSA han adoptado más usos de suelos amigables con el ambiente; sin embargo, no existe estadísticamente diferencia entre la forma de pago (a dos o cuatro años) y el puntaje incremental obtenido. Las pruebas estadísticas realizadas (análisis de varianza y prueba de igualdad de medias) con un nivel de significancia de 0,05 indican que no

existe evidencia estadística significativa que permita establecer diferencia entre los Esquemas de Pago 1 y 2. Mientras que las medias de estos dos grupos son estadísticamente iguales entre sí, para los promedios en puntaje por hectárea para el año 2003, 2004 y para los puntos de incremento por hectárea (Ver pruebas 2, 3, 4) resultan ser diferente a la media obtenida por el grupo sin pago por servicios ambientales o grupo control en el puntaje promedio por hectárea 2004 y en el puntaje de incremento por hectárea (Ver pruebas 12 y 13). Obviamente, la diferencia entre el grupo sin PSA y las fincas con Esquema de Pago 1 y 2 es debida al pago por los servicios ambientales y no al efecto del esquema de pago (Ver pruebas 9 y 10).

La situación anterior indica que los productores no han sido afectados por el esquema de pago al cual están sujetos, es decir, que en la actualidad han demostrado tener la misma disposición para adoptar los usos de suelos sugeridos sin importar si reciben US\$110,00 por punto incremental durante dos años o US\$75,00 por punto de incremento durante cuatro años. Esta situación puede estar ligada a una baja comprensión por parte de los productores del sistema que se utilizaría para realizar el pago por los servicios ambientales prestados o también puede ser un efecto del corto tiempo de ejecución que lleva el proyecto (apenas un año). Sobre este resultado cabe esperar más tiempo para poder determinar con mayor precisión el efecto del esquema de pago sobre la adopción de las prácticas sugeridas. En la Figura 8 se puede observar gráficamente el comportamiento de las fincas según el esquema de pago en cuanto a las variables puntaje 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca.



**Figura 8.** Comportamiento de las fincas de los Esquemas de Pago 1, 2 y 3 en Costa Rica, según los promedios obtenidos en el puntaje 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004.

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedios alcanzados para diferentes variables por las fincas según el esquema de pago al cual están sujetas. En este cuadro se refleja la superioridad de las fincas que reciben PSA sobre las que no tienen ese beneficio, basta observar los valores de los variables puntos de incremento por finca 2004 y puntos de incremento por hectárea 2004.

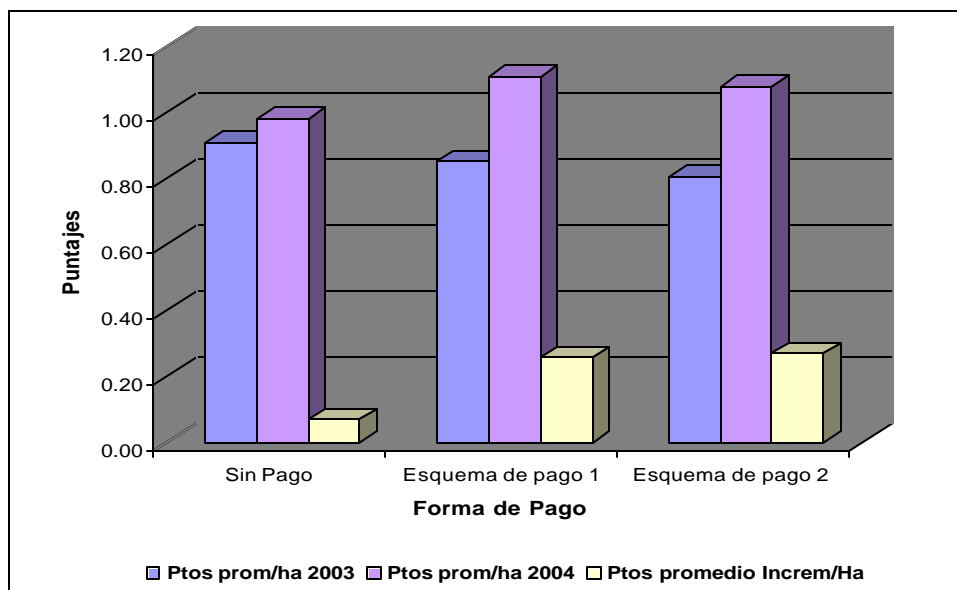
**Cuadro 3**

Valores promedios para diferentes variables alcanzados por las fincas según el esquema de pago en Costa Rica

Grupos	Area Promedio (ha)	Bosque Ripario promedio	Bosque secundario promedio	Area Efectiva promedio (ha)	Area Efectiva promedio (%)	PSA 2003 promedio por finca (US\$)	PSA 2004 promedio por finca (US\$)	Puntos 03 promedio por finca	Puntos 04 promedio por finca	Incremento promedio por finca	Ptos Prom/Ha 2003	Ptos Prom/Ha 2004	Ptos promedio Increm/Ha
Costa Rica (Global)	34.58	5.80	2.58	27.85	83.31	265.88	675.70	28.40	35.31	6.9111	0.8465	1.0666	0.2201
Esq Pago 1	32.04	5.30	2.67	25.57	83.59	230.65	544.99	26.00	34.02	8.0237	0.8496	1.1081	0.2585
Esq Pago 2	34.09	5.41	4.01	27.46	82.21	249.79	811.64	26.46	34.96	8.4975	0.8069	1.0760	0.2690
Sin Pago (Control)	39.82	7.33	0.03	32.46	84.66	353.78	0.00	35.38	38.15	2.7699	0.9070	0.9790	0.0720



El comportamiento de los grupos de acuerdo al esquema de pago se puede apreciar gráficamente en la Figura 9, en donde es claro que el grupo que no recibe pago presenta un menor puntaje promedio de incremento por hectárea.



**Figura 9.** Comportamiento de los grupos en Costa Rica, de acuerdo al esquema de pago, el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y el puntaje promedio de incremento por hectárea.

#### 4.1.6.3 Análisis de variables socioeconómicas

En la búsqueda de factores que afecten, ya sea positiva o negativamente, la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente se evaluaron muchas variables socioeconómicas, entre éstas el capital total, posesión de bienes fijos, accesibilidad de la finca, posesión de equipos y maquinarias. De igual manera, se estudiaron las características individuales de los productores y sus familias, por ejemplo: edad, escolaridad, residencia o no dentro de la finca, número de habitantes en la vivienda principal de la finca y el total de horas que dedica la familia a las actividades relacionadas con las fincas, entre otras. Todas las variables se probaron en la construcción de modelos de regresión múltiple para intentar describir la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente; sin embargo la gran mayoría de ellas resultaron irrelevantes debido a la baja correlación existente.

Los resultados para algunas de estas variables que, de acuerdo a la literatura se consideró que resultarían importantes, debido a los efectos producidos en otros estudios, se presentan en el Cuadro 4, por grupo y esquema de pago.

**Cuadro 4**  
Resultado de algunas variables estudiadas para las fincas ubicadas en Costa Rica, por grupo y esquema de pago

Grupos	Ptos promedio Increm/Ha	Distancia promedio a Poblados (Km)	Posesión de la finca promedio (años)	Edad promedio (años)	Nº de Pers en la Vivienda promedio	Mano de obra familiar (h/semana)	Capital Total promedio (US\$)
Costa Rica (Global)	0.2201	2.69	20.50	52.24	3.72	53.29	153,107.30
Grupo A (Control)	0.0720	3.13	17.58	52.27	3.77	39.43	147,658.51
Grupo B	0.2674	2.46	19.54	50.44	3.83	60.86	155,893.71
Grupo C	0.2551	2.76	25.55	56.35	3.42	49.35	151,998.52
Esq Pago 1	0.2585	2.62	18.35	51.92	3.94	59.46	145,267.88
Esq Pago 2	0.2690	2.49	24.50	52.56	3.46	55.18	164,529.56
Sin Pago (Control)	0.0720	3.13	17.58	52.27	3.77	39.43	147,658.51

En el caso de Costa Rica, se encontró que la accesibilidad a las fincas, estadísticamente no es un factor determinante ( $P > 0,05$ ) sobre el puntaje que las fincas alcanzaron para cada uno de los indicadores (puntos por hectáreas 2003, 2004 y puntos de incremento por hectárea). De la misma manera, se encontró que la variable “reside dentro de la finca”, estadísticamente no tiene influencia ( $P > 0,05$ ) sobre el comportamiento de los productores y el nivel de adopción de los sistemas silvopastoriles (Ver pruebas 19 y 20).

Al estudiar la variable “Capital total” definida como la suma de todos los activos de los productores, a través del análisis de varianza se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0,05$ ) entre la media alcanzada por el grupo de mayor ingreso y el de menor ingreso con respecto al puntaje promedio por hectárea para los años 2003 y 2004 (Ver pruebas 21 y 22). Mientras que los grupos de ingreso medio e ingreso medio bajo mantuvieron promedio estadísticamente iguales. Sin embargo, el nivel de ingreso deja de ser importante cuando se analiza el puntaje incremental promedio por hectárea, ya que los cuatro grupos de ingreso (bajo, medio bajo, medio y

alto) presentaron media en el puntaje incremental promedio estadísticamente iguales entre sí. En resumen, no existe evidencia estadística que indique que el nivel de capital afecte el puntaje incremental que alcanzan las fincas.

En relación con la variable “reside o no dentro de los predios de la finca” se encontró, a través de pruebas T para muestras independientes, que las medias del grupo que reside en las fincas es igual estadísticamente a la del grupo de no residentes, tanto para el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y para los puntos de incremento promedios por hectárea. En resumen, el hecho de vivir dentro o fuera de la finca, como variable aislada, no afecta el nivel de adopción.

#### 4.1.7 Análisis desde un enfoque econométrico

Para explicar el fenómeno de la adopción de las prácticas silvopastoriles para las fincas ubicadas en Costa Rica se logró construir un modelo con siete variables, logrando un valor de  $R^2 = 0,473965$  y un  $R^2$  ajustado de  $0,44378$ . Después de muchas pruebas este fue el modelo que alcanzó el mayor ajuste. Los componentes del modelo y sus correspondientes valores para los diferentes indicadores estadísticos se pueden apreciar en la Tabla 1, dicho modelo fue obtenido mediante la utilización del programa econométrico LIMDEP 7.0.

**Tabla 1**  
Coeficientes e indicadores de las variables que forman parte del modelo de regresión para Costa Rica

Variable	Coefficient	Standard Error	t-ratio	P[ T >t]	Mean of X
Constant	.1997111560	.65008682E-01	3.072	.0026	
GRUPB	.1990187065	.26233516E-01	7.586	.0000	.53846154
GRUPC	.1898076334	.31217488E-01	6.080	.0000	.23076923
EDAD	.1498651606E-02	.80859661E-03	1.853	.0662	52.492308
CAPITAL	-.1541732012E-06	.48510536E-07	-3.178	.0019	154891.37
RESIDE	-.5166622328E-01	.21472648E-01	-2.406	.0176	.60000000
ESCOLARI	.1060489396E-01	.42439530E-02	2.499	.0138	2.9153846
PHA03	-.2075039310	.48805505E-01	-4.252	.0000	.83805289

Para este modelo se tiene que:

Y (Variable dependiente) = Puntos de incremento promedio por hectárea

**GRUPB** = Grupo B (grupo que recibe PSA), esta variable toma un valor de “1” si el productor recibe solamente PSA y “0” en caso contrario.

**GRUPC** = Grupo C (grupo que recibe PSA + asistencia técnica), esta variable toma un valor de “1” si el productor recibe solamente PSA + Asistencia Técnica y “0” en caso contrario.

**Edad** = Edad del productor

**Capital** = Capital total del productor

**Reside** = Variable que recibe un valor de “1” si productor reside dentro de los predios de la finca y “0” en caso contrario.

**Escolari** = Nivel de escolaridad del productor

**PHA03** = Puntaje promedio por hectárea 2003 (Línea base).

En el modelo presentado se puede apreciar que la pertenencia a uno de los grupos que recibe PSA tiene un efecto positivo sobre la adopción de usos de suelo más amigables con el ambiente. Mientras que la variable “edad” indica que a mayor edad, mayor será la probabilidad de adoptar usos de suelo que originen un mejor puntaje en cuanto al incremento promedio por hectárea, aunque esta variable dentro del modelo no es significativa ya que se tiene un valor de probabilidad de  $P = 0,0662$ . Cabe indicar que otros estudios han encontrado un rol contrario al presentado en este caso, es decir, que a medida que aumenta la edad aumenta la resistencia a adoptar nuevas tecnologías (Navas 1992, Almeida 1998). El hecho de que en este estudio el aumento de la edad tenga un efecto positivo sobre la adopción puede estar ligado a que algunas prácticas silvopastoriles, como por ejemplo: cercas vivas y árboles dispersos en potreros, eran prácticas utilizadas tradicionalmente por los productores en el pasado; muchas de las prácticas tradicionales fueron dejadas de lado a raíz de políticas gubernamentales de los años 60' y 70' que promovían la eliminación total de los árboles para aumentar la superficie cubierta por pastos y forrajes para el ganado (FAO 2001). En alguna medida, ciertas prácticas silvopastoriles representan un regreso a métodos de producción más acorde con las tradiciones y costumbres que los productores practicaban en décadas anteriores, sólo que ahora se tiene el conocimiento científico de los beneficios de esas prácticas para la producción de ganado y para la protección del ambiente.

Otro factor a tener en cuenta con respecto a la situación anterior es que los productores más viejos conocieron sus fincas cuando aún tenían mucha cobertura boscosa y disfrutaron de mejores condiciones climáticas (microclimas) y menos limitantes de fuentes de agua en el verano, lo cual es un factor que puede estar motivando su disposición a adoptar usos del suelo más amigables con el ambiente, y sobre todo a aumentar la presencia de árboles en los potreros.

La variable “capital” indica, según el modelo presentado, que a mayor capital total menor es la probabilidad de adopción de usos del suelo amigables con el ambiente. Sin embargo, otros investigadores reportan un efecto contrario, es decir, sus resultados muestran al capital como un factor que afecta positivamente la adopción de nuevas tecnologías; ello debido a la mayor capacidad para invertir en equipos e infraestructuras (Knox y Meinzen-Dick 1999). En la presente investigación, un factor que puede explicar por qué el tener mayor capital sea causa de menos adopción, es que los productores con capital total muy elevado están dedicados a otras actividades productivas y, en muchos casos, la ganadería ha dejado de ser la actividad que genera los mayores ingresos. En conversaciones con diferentes productores fue constante la percepción que la ganadería ya no es un negocio tan lucrativo como lo fue en el pasado, según las propias palabras de los productores: *“la ganadería ya no es un símbolo de status social”* por lo que la mayoría prefiere invertir su dinero en actividades que consideran más seguras, por ejemplo: construcción y alquiler de viviendas, adquisición de vehículos para transporte colectivo y selectivo (busetas y taxis), entre otros.

Por otro lado, es necesario tener presente en relación al capital que los productores con alto capital total presentaron al inicio del proyecto fincas con sistemas de producción que les otorgaron puntajes promedios por hectárea más bajos (0,81 y 0,92 para el grupo de alto capital y bajo capital total respectivamente) en la línea base, tal situación los dejó con mejores posibilidades para lograr grandes incrementos en el puntaje incremental por hectárea para el año 2004, oportunidad que no ha sido aprovechada. La situación anterior refleja una baja actitud hacia la adopción de nuevas técnicas de producción ganadera por parte de los productores de alto capital total.

La variable “reside” como se mencionó en párrafos anteriores no tuvo diferencia estadística significativa entre el grupo de productores que reside dentro de las fincas y los no residentes dentro de ella. Sin embargo, esta variables resulta significativa como

parte del modelo propuesto ( $P = 0,0176$ ). La interpretación de esta variable nos indica que el no residir dentro de las fincas aumenta las posibilidades de adopción de prácticas amigables con el ambiente. Tal situación puede estar ligada al hecho de que al no vivir dentro de la finca hay menos presión por el uso de recursos naturales y, de igual manera, esta situación hace que el productor no realice labores agrícolas (agricultura de subsistencia) que demandan su permanencia constante dentro de la finca, dejando más área disponible para dedicar, por ejemplo a pastos mejorado, con lo cual se estaría contribuyendo a aumentar el puntaje incremental por hectárea. Por otro lado, el no residir dentro de las fincas obliga a los productores tomar mayores medidas de seguridad para mantener el ganado dentro de los potreros, tal seguridad se puede mejorar con la utilización de cercas vivas bien incorporadas. Este hecho puede estar contribuyendo a que los productores no residentes dentro de las fincas presenten un mayor puntaje incremental por hectárea.

En cuanto al nivel de escolaridad, el modelo propuesto nos indica que la escolaridad es significativa ( $P = 0,0138$ ), su efecto es positivo a favor de la adopción, esto es que a mayor escolaridad mayor posibilidades de adopción de usos de suelo más amigables con el ambiente. Lo anterior coincide con lo reportado por Navas (1989), quien indica que la baja escolaridad de los productores es una limitante para la adopción de nuevas tecnologías en Ecuador. Rogers (1995) también indica que *“los primeros adoptadores de nuevas tecnologías son aquellos que poseen un nivel más alto de educación”*. El efecto de la escolaridad sobre el nivel de adopción quizás se deba a que la educación contribuye a elevar el nivel de conciencia sobre el cuidado del ambiente y a la vez le brinda mayores elementos de análisis para el productor pruebe la nuevas tecnologías y luego saque sus propias conclusiones. De igual modo, la escolaridad contribuye a eliminar el temor hacia las tecnologías desconocidas.

El último componente del modelo planteado es el “puntaje promedio por hectárea 2003 (PHA03)”, el cual es altamente significativo ( $P = 0,0000$ ), de acuerdo a esta variable entre mayor es el puntaje promedio por hectárea alcanzado en el 2003 menos es la probabilidad de adopción de usos del suelo amigables con el ambiente. Lo anterior tiene bastante lógica, pues las fincas que alcanzaron un alto puntaje promedio por hectárea en el 2003 son fincas que cuentan con prácticas ganaderas que protegen los suelos y el ambiente, por lo que nuevas tecnologías más amigables con el ambiente de

las que ya poseen estarían representadas por sistemas muchos más complejos y con altos costos de establecimiento, por ejemplo: bancos forrajeros o proteicos, árboles en bloques o en callejones. De cualquier modo serían prácticas silvopastoriles que representarían mayor inversión y mayor demanda de mano de obra, al menos en su fase de establecimiento. En sentido contrario, las fincas con bajo puntaje promedio por hectárea en el 2003 son fincas que poseían sistemas de producción poco amigables con el ambiente, por lo que les resultará mucho más cómodo adoptar sistemas silvopastoriles simples, que a la vez que son más amigables con el ambiente son también menos costos, o cuando menos requieren una inversión inicial más baja.

## 4.2 Nicaragua

### 4.2.1 Descripción de la muestra

El estudio en Nicaragua comprendió una muestra conformada por 135 fincas, las cuales están agrupadas de la siguiente manera: 29 en el Grupo A (grupo control), 30 en el Grupo B (grupo que recibe pago por servicios ambientales) y 76 en el Grupo C (grupo que recibe pago por servicios ambientales y asistencia técnica). Así mismo las fincas se distribuyen, de acuerdo al esquema de pago al cual están sujetas, de la siguiente manera: 75 conforman el grupo con Esquema de Pago 1, el cual recibe pago por servicios ambientales (PSA) por un período de 4 años; 31 pertenecen al grupo con Esquema de Pago 2, el cual recibe pago (PSA) por un período de dos años; mientras que las 29 restantes no reciben pago. A continuación se resume la distribución de las fincas en el Cuadro 5.

**Cuadro 5**

Distribución de las fincas por grupo y esquema de pago en Nicaragua

Según tipo de beneficio		Según esquema de pago	
Grupo	Nº de Fincas	Esquema	Nº de Fincas
Grupo A (control)	29	Pago por cuatro años (Esq 1)	75
Grupo B (PSA)	30	Pago por dos años (Esq 2)	31
Grupo C (PSA + Asist. Técnica)	76	Sin pago (Esq 3)	29
<b>Total de fincas</b>	<b>135</b>	<b>Total de fincas</b>	<b>135</b>

#### **4.2.2 Caracterización de las fincas**

Las fincas ubicadas en Nicaragua poseen una superficie promedio de 33,61. Estas fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año, ya que tan sólo un 10,37% de las fincas tiene problemas de acceso durante la época de lluvias. La distancia promedio de las fincas a los centros poblados más cercanos es de 10,33 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 29,31% de topografía plana, 51,11% ondulada y 18,59 con topografía quebrada.

En Nicaragua, la presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es baja, ya que se tiene un promedio de 0,76 peones permanentes por finca; sin embargo, esta cifra duplica la reportada para Costa Rica (0,36).

#### **4.2.3 Caracterización de los grupos de fincas según tipo de beneficio.**

##### **Fincas del Grupo A (Control):**

Este grupo está compuesto por 29 fincas, la cuales no reciben pago por sus servicios ambientales. Las fincas poseen una superficie promedio de 46,63 ha. Las fincas en su mayoría son accesibles durante todo el año, ya que tan sólo un 3,4% de las mismas tiene problemas de acceso durante la época de lluvias. La distancia promedio de las fincas de este grupo al centro poblado más cercano es de 9,90 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 20,60% de topografía plana, 56,62% ondulada y 22,78% con topografía quebrada.

Los productores de este grupo obtuvieron un puntaje promedio para el 2003 de 27,24, mientras que para el 2004 fue de 35,40. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 8,16 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 42,66 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 9,00 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de 5,14.

La mano de obra contratada en forma permanente en las fincas de este grupo se estima en 1.55 empleado por finca; mientras que las mano de obra familiar representa un total de 72.69 horas por semanales.



**Fincas del Grupo B (recibe pago por servicios ambientales):**

Este grupo está representado por un total de 30 fincas, las cuales poseen una superficie promedio de 28,16 ha. En este grupo 16.66% de las fincas presenta problemas de accesibilidad durante la época lluviosa. La distancia promedio de las fincas de este grupo al centro poblado más cercano es de 12,29 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 29,32% de topografía plana, 48,17% ondulada y 20,51 con topografía quebrada.

Las fincas de este grupo obtuvieron un puntaje promedio para el 2003 de 22,05, mientras que para el 2004 fue de 26,62. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 4,58 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 43,03 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 11,40 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de 6,10.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es muy baja, ya que se tiene un promedio de 0,30 peones permanentes por finca; mientras que las mano de obra familiar es de 77.63 horas por semana.

**Fincas del Grupo C (recibe pago por servicios ambientales y asistencia técnica):**

Este grupo está compuesto por un total de 31 fincas, las cuales poseen una superficie promedio de 30,80 ha. El 10,52% de las fincas presenta problemas de accesibilidad durante la época lluviosa. La distancia promedio de las fincas de este grupo al centro poblado más cercano es de 9,72 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 32,63% de topografía plana, 50,17% ondulada y 16,24 con topografía quebrada.

Los productores de este grupo obtuvieron un pago por concepto de línea base correspondiente a un promedio de 216,83 dólares, el puntaje promedio para el 2003 fue de 22,54, mientras que para el 2004 fue de 28,39. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 5,85 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 44,24 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 11,52 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de 6,12.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es baja, ya que se tiene un promedio de 0,64 peones permanentes por finca; mientras que la mano de obra familiar aporta en promedio 79.20 horas por semana.

#### **4.2.4 Caracterización de los grupos de fincas según esquema de pago.**

##### **Fincas en Esquema de Pago 1:**

En el esquema de pago 1 para Nicaragua existe un total de 75 fincas, las cuales poseen una superficie promedio de 31,62 ha. En este grupo el 12.00% de los productores indicó tener problemas de accesibilidad. La distancia promedio de las fincas de este grupo al centro poblado más próximo es de 10,95 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 32,15% de topografía plana, 48,79% ondulada y 18,93 con topografía quebrada.

Los productores de este grupo obtuvieron un pago por concepto de línea base correspondiente a un promedio de 226,10 dólares, el puntaje promedio para el año 2003 fue de 23,95, mientras que para el 2004 fue de 30,04. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 6,08 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 42,12 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 11,97 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de 6,19.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es baja, ya que se tiene un promedio de 0,58 peones permanentes por finca; mientras que las familias dedican un promedio de 77.08 horas semanales a las labores de la finca.

##### **Fincas en Esquema de Pago 2:**

En este grupo se encuentra un total de 31 fincas, cuya superficie promedio es de 26,27 ha. En este grupo el 12.90% de las fincas presentan problemas de accesibilidad en algún período del año, especialmente en la época lluviosa. La distancia promedio de las fincas al centro poblado más cercano es de 9,23 km. En cuanto a la topografía las fincas presentan superficies con un promedio de 30,58% de topografía plana, 55,22% ondulada y 14,19% con topografía quebrada.

Las fincas pertenecientes a este grupo obtuvieron un pago por concepto de línea base correspondiente a un promedio de 180,40 dólares, el puntaje promedio para el año 2003 fue de 18,63, mientras que para el 2004 fue de 22,70. El puntaje incremental promedio para este grupo estuvo por el orden de 4,06 puntos. Por otro lado, la edad promedio para los productores de este grupo es de 48,19 años, mientras que la posesión de las fincas en promedio es de 10,33 años. Del mismo modo, el número de persona que habita la residencia principal de las fincas es de 5,94.

La presencia de mano de obra contratada en forma permanente en las fincas es baja, ya que se tiene un promedio de 0,45 peones permanentes por finca; mientras que la participación de la mano de obra familiar representa un promedio 80.81 horas por semana.

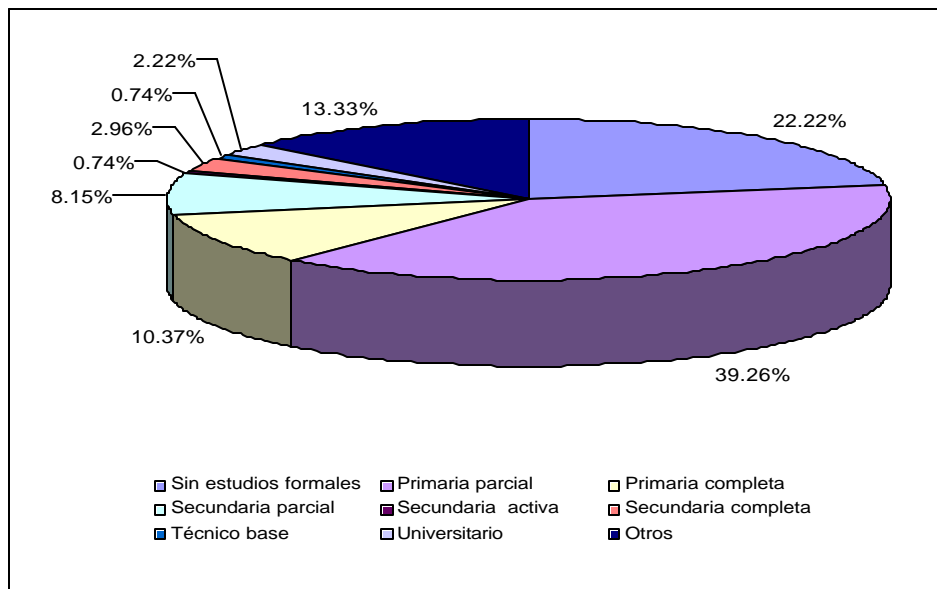
#### **Fincas en Esquema de Pago 3 (grupo control):**

En este grupo se encuentra un total de 29 fincas, las cuales ya fueron caracterizadas en la sección correspondiente al Grupo A (grupo control).

#### **4.2.5 Caracterización de los productores y sus familias**

La edad promedio de los productores es de 43,63 años, mientras el número promedio de residentes en la vivienda principal de las fincas es de 5,90 personas. Las fincas han estado en propiedad de los productores en promedio durante 10,95 años. Por otro lado, el 73,33% de los productores reside dentro de los predios de las fincas.

En cuanto al grado de escolaridad tenemos que el 39,26% de los productores realizó estudio primarios parciales, un 10,37% posee estudios primarios completos, un 8.15% posee estudios secundarios parciales, el 2,96% posee estudios secundarios completos y 22.22% ha realizado otros tipos de estudios. En la Figura 10 se pueden apreciar otros grupos con porcentajes menores.



**Figura 10.** Distribución porcentual del grado de escolaridad de los productores en las fincas de Nicaragua.

En cuanto al nivel de ingreso de las familias se encontró que el 48,14% posee ingresos que permiten ubicarlas en la categoría de ingresos bajo, un 21,48% tiene ingresos correspondientes al grupo de ingresos medio bajo, el 11,85% se ubica en la categoría de ingresos medio y el 18,51% restante corresponde a la categoría de familias con ingresos altos. Cabe indicar que el capital total promedio para las fincas en Nicaragua es de US\$ 44.195,70.

En el caso de las fincas de Nicaragua las familias dedican en promedio 77,45 horas semanales a las diferentes actividades relacionadas con el mantenimiento y operación de las fincas.

El conocimiento de los productores nicaragüenses sobre métodos silvopastoriles, como cercas vivas, cortinas rompevientos y árboles dispersos es bastante elevado y de uso común dentro de las fincas; mientras que técnicas más complejas son menos conocidas y de uso poco frecuente. En tal sentido se encontró que el 29,54% de los productores posee conocimientos sobre la utilización de bancos proteicos, un 54,07% manifestó tener conocimientos sobre el manejo de la regeneración natural. La técnica silvopastoril que resultó menos conocida por los productores fue el sistema de bloques de árboles homogéneos, ya que tan sólo un 3,70% indicó poseer conocimientos sobre la utilización de dicha técnica. Por otro lado, es importante indicar que un 42,22% de los productores

crea que las actividades tanto agrícolas como ganaderas realizadas en el pasado han afectado las fuentes de agua que nacen o pasan por sus respectivas fincas.

En relación con la asistencia técnica, el 31,11% de los productores manifestó haber recibido asistencia técnica de diversa índole durante los últimos tres años anteriores al inicio del proyecto. De igual manera, el 54,81% indicó haber obtenido algún crédito durante los cinco años anteriores al proyecto.

En cuanto a la participación en grupos organizados de la comunidad, el 30,37% de los productores manifestó estar participando en alguna agrupación u organización dentro de la comunidad.

#### **4.2.6 Análisis de variables desde un enfoque estadístico**

Para la presentación de los análisis de las fincas ubicadas en Nicaragua se mantendrá la misma metodología que se utilizó para el caso de Costa Rica. En primera instancia se presenta el análisis de los grupos según el tipo de benéfico que reciben y posteriormente se analizan los grupos de acuerdo al Esquema de Pago al cual están sujetos. En todos los casos, se planteó como hipótesis nula para cada prueba estadística la “*igualdad de medias*” en los valores alcanzados por los tres grupos. Todas las pruebas estadísticas se muestran en la sección de Anexos debidamente identificadas por un número.

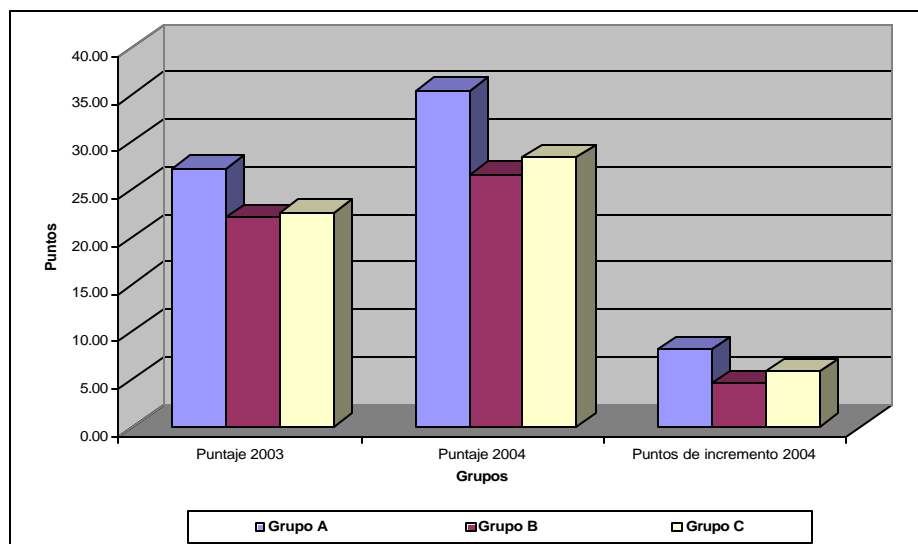
##### **4.2.6.1 Análisis de los Grupos de Fincas**

En cuanto a los grupos de fincas ubicados en Nicaragua, es necesario indicar que la superficie promedio de las fincas de los Grupos B y C resultaron estadísticamente iguales (Ver prueba 43); mientras que el Grupo A (control) presentó una superficie media superior a la de los Grupos B y C. Los valores promedio para las superficies de las fincas son 46.63 ha, 28.16 ha y 30.80 ha, respectivamente para los Grupos A, B y C (Ver Cuadro 6). Esta diferencia en la superficie de las fincas es importante ya que puede afectar el puntaje que las fincas obtengan para algunas de las variables utilizadas para medir el avance en la adopción de usos de suelos amigables con el ambiente.

En Nicaragua los tres grupos presentaron estadísticamente igualdad en los promedios alcanzados en el puntaje por finca 2003 o puntaje de Línea Base (Ver prueba 32). Esta

igualdad se mantiene también para los tres grupos en cuanto al puntaje por finca 2004 (Ver prueba 33). En el caso de Nicaragua un hecho que resalta es que los grupos mantienen estadísticamente igualdad en sus promedios también para la variable “puntos de incremento 2004”. Esto llama mucho la atención pues se esperaba que los grupos que son beneficiados con el pago por servicios ambientales obtuviesen un puntaje incremental superior al grupo control (Ver prueba 31). La situación de igualdad entre los promedios de los tres grupos puede estar vinculado a la diferencia que existe en el tamaño promedio de las fincas, ya que en el Grupo A el promedio de la superficie de las fincas es de 46.63 ha (aproximadamente 16 ha más que los otros grupos), tal situación se constituye en una ventaja para las fincas del Grupo A debido a la mayor disponibilidad de tierras para realizar cambios de uso de suelo que conlleven poca inversión. Los productores con poca tierra están obligados a realizar inversiones mayores si desean realizar cambios de uso de suelo, ya que los usos de suelos de bajo costo ya están presentes en su fincas.

En Figura 11 se muestra el comportamiento de los tres grupos para la variables: Puntaje por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004.



**Figura 11.** Comportamiento de los Grupos A, B y C en Nicaragua, según el puntaje promedio por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004.

Los valores obtenidos por cada grupo para cada una de las variables citadas se pueden apreciar en el Cuadro 6.

**Cuadro 6**  
Valores promedios para diferentes variables alcanzados por los grupos de fincas en Nicaragua

Grupos	Area Promedio (ha)	Puntos 03 promedio por finca	Puntos 04 promedio por finca	Incremento promedio por finca	Puntos Prom/ha 2003	Puntos Prom/ha 2004	Puntos de incremento promedio/ha
Nicaragua (Global)	32.88	23.44	29.51	6.0681	0.7285	0.9057	0.1772
Grupo A (Control)	46.63	27.24	35.40	8.1638	0.5475	0.7345	0.1871
Grupo B	28.16	22.05	26.62	4.5773	0.7674	0.9210	0.1536
Grupo C	30.80	22.54	28.39	5.8569	0.7821	0.9650	0.1828

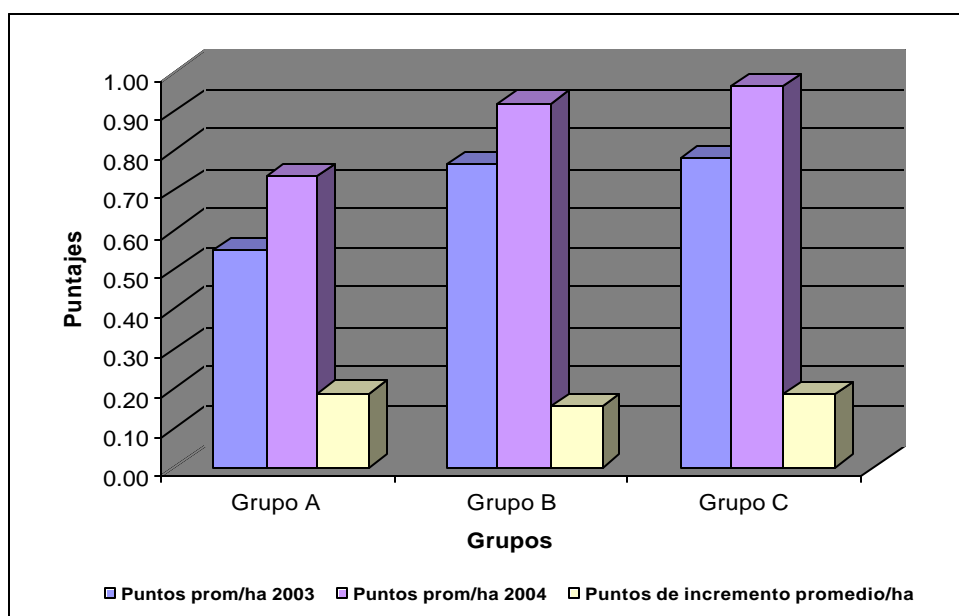
Con base en los resultados mostrados en el Cuadro 6 y mediante la utilización de pruebas estadísticas (análisis de varianza y prueba de igual de medias) se concluye que, con relación al puntaje promedio por hectárea para el año 2003, los Grupos B y C tiene medias estadísticamente iguales entre sí; sin embargo, la media del Grupo A (control) es estadísticamente diferente ( $P = 0,001$ ) de las medias presentadas por los Grupos B y C (Ver prueba 41).

Lo anterior, contrariamente a lo esperado, indica que existe diferencia entre el grupo control y los grupos que actualmente reciben PSA. Tal situación puede tener su raíz en dos posibles razones: 1) Las fincas del grupo control fueron evaluadas en un período diferente a la evaluación realizada a las fincas de los grupos B y C; también puede haber un efecto si las fincas del grupo control fueron evaluados por un grupo totalmente diferente al que evaluó los Grupos B y C. Estas razones pueden originar que la evaluación del uso del suelo en las fincas se hagan con criterios diferentes, lo cual conduciría a la eventual diferencia entre los puntajes asignados. 2) El tamaño de las fincas puede estar teniendo un efecto positivamente sobre las fincas control, de manera tal que, aunque no reciben PSA, logran igualar a los grupos que si reciben ese beneficio.

En relación con el puntaje promedio por hectárea para el año 2004, se tiene una situación idéntica a la presenta para el puntaje 2003, es decir, los Grupos B y C tienen una media en el puntaje promedio por hectárea 2004 estadísticamente igual entre sí (Ver prueba 39); pero diferente con relación a la media del Grupo A ( $P = 0,001$ ). Tal

diferencia indica que los grupos que están siendo beneficiado con el pago por servicios ambientales están adoptando, aunque levemente, más usos del suelo amigables con el ambiente que el grupo que no recibe pago. En términos absolutos el Grupo C, aunque estadísticamente es igual al Grupo B, es el que más esfuerzo ha realizado por adoptar prácticas de uso de suelo más amigables con el ambiente, tal como se puede apreciar en la Figura 9.

Por otro lado, al analizar el puntaje incremental promedio por hectárea, se obtiene que los tres grupos poseen promedios estadísticamente iguales entre sí (Ver prueba 38). Cabe indicar que esta situación de igualdad entre el Grupo A (control) y los Grupos B y C (grupos con PSA) está afectada por la distorsión ocurrida en el puntaje 2003, por lo que, para el caso de Nicaragua, resulta mucho más útil utilizar el puntaje promedio por hectárea 2004 para realizar comparaciones entre los grupos, ya que es una medida que resulta independiente de los “*posibles errores humanos*” que pudieron cometerse en el pasado. A continuación se presenta la Figura 12, en la cual se puede apreciar gráficamente el comportamiento de los grupos de acuerdo a los indicadores estudiados.



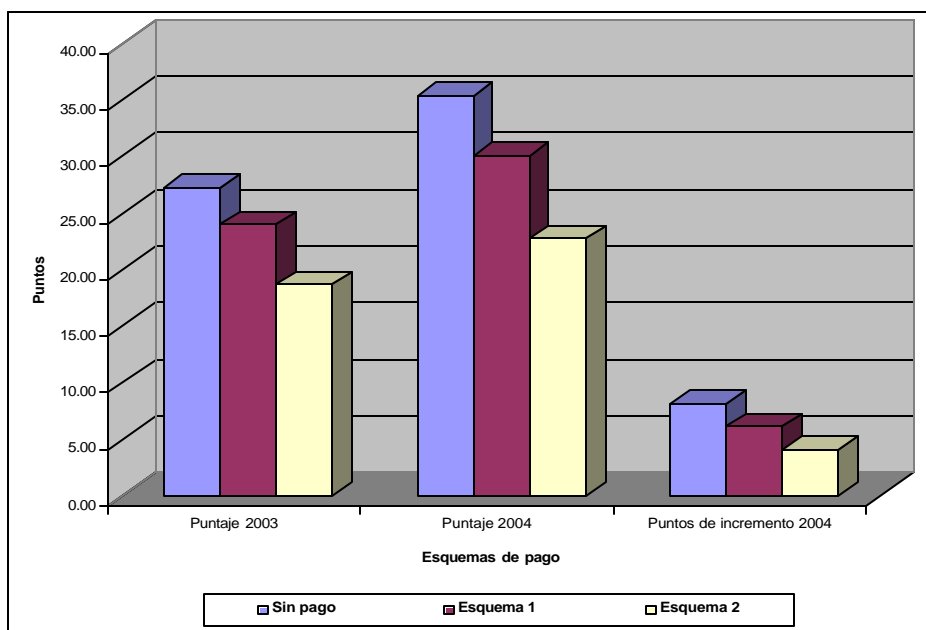
**Figura 12.** Comportamiento de los Grupo A, B y C en Nicaragua, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y los puntos de incremento promedio por hectárea 2004.



La Figura 9 permite captar la utilidad el uso del puntaje promedio por hectárea 2004 para describir el comportamiento de los grupos en Nicaragua, toda vez que el puntaje incremental promedio por hectárea pierde su eficacia por las razones descritas en párrafos anteriores.

#### **4.2.6.2 Análisis de los Esquemas de Pago**

En cuanto a los esquemas de pago no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de fincas para ninguna de las siguientes variables: puntaje por finca 2003, puntaje por finca 2004, y puntaje incremental por finca 2004 (Ver pruebas 34, 35 y 36). Sobre esta situación de igualdad entre los promedios de las fincas de los diferentes sistemas de pago cabe indicar que es probable que ello esté relacionado con una baja comprensión de los productores sobre el mecanismo utilizados para calcular el monto del pago por servicios ambientales. Además, conviene recordar que las fincas del grupo control en Nicaragua tienen una superficie promedio considerablemente superior al promedio que presentan la fincas que reciben pago (Ver Cuadro 6) y que ello representa una ventaja considerable para las fincas del grupo control en relación a las fincas de los esquemas de pago 1 y 2; por tal razón la fincas del grupo control aunque no reciben el incentivo del PSA si tienen un atractivo concreto en su actividad económica, ya que el cambio de pastura natural por pastura mejoradas contribuye directamente a mejorar sus ingresos. Lo anterior sugiere que las fincas del grupo control por tener mayor superficie para realizar cambios que, desde el punto de vista del productor son positivos, los realizarán siempre y cuando cuenten con los recursos para realizarlos. En la Figura 13 se puede observar gráficamente el comportamiento de los esquemas de pago para las variables anteriormente mencionadas.



**Figura 13.** Comportamiento de los grupos de fincas en Nicaragua, por esquema de pago, según los promedios obtenidos en el puntaje promedio por finca 2003, 2004 y el puntaje incremental por finca 2004.

Para el análisis más profundo de los esquemas de pago en Nicaragua, a continuación se presentan los puntajes obtenidos por cada esquema de pago y el grupo control en el Cuadro 7.

**Cuadro 7**

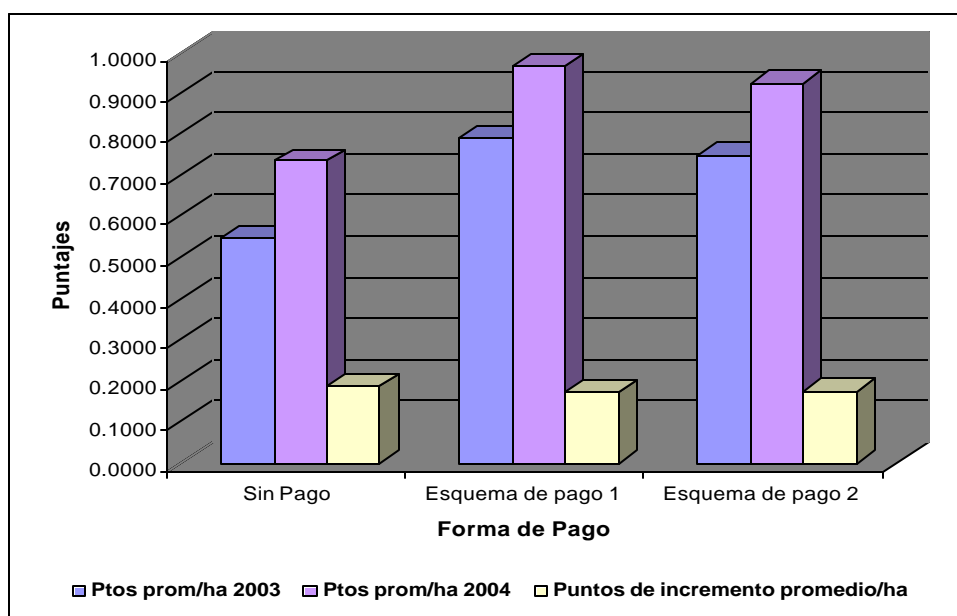
Valores promedios para diferentes variables alcanzados por las fincas según el esquema de pago en Nicaragua

Grupos	Area Promedio (ha)	Puntos 03 promedio por finca	Puntos 04 promedio por finca	Incremento promedio por finca	Puntos Prom/ha 2003	Puntos Prom/ha 2004	Puntos de incremento promedio/ha
Nicaragua (Global)	32.88	23.44	29.51	6.0681	0.7285	0.9057	0.1772
Esq Pago 1	31.62	23.95	30.04	6.0836	0.7902	0.9639	0.1737
Esq Pago 2	26.27	18.63	22.70	4.0699	0.7484	0.9249	0.1766
Sin Pago (control)	46.63	27.24	35.40	8.1638	0.5475	0.7345	0.1871

El análisis de los esquemas de pago en el caso de Nicaragua indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre los dos grupos de fincas que están

beneficiadas con el pago por servicios ambientales Esquema 1 (pago por cuatro años) y Esquema 2 (pago por 2 años) respectivamente, ya que los puntajes promedios por hectárea resultan estadísticamente iguales, tanto para el puntaje promedio por hectárea 2003 y 2004 (Ver pruebas 37, 39) así como también para el puntaje incremental promedio por hectárea para ambos esquemas de pago (Ver prueba 40). Sin embargo, existe diferencia estadística entre el grupo que no recibe pago y los dos que si lo reciben en el puntaje promedio por hectárea para el año 2004 ( $P < 0,05$ ) (Ver prueba 39). Lo anterior indica que las fincas que han recibido el PSA están reaccionando positivamente a dicho pago y, por lo tanto, están adoptando usos del suelo más amigables con el ambiente.

Seguidamente, se presenta la Figura 14, en la cual se puede observar el comportamiento de cada esquema de pago y del grupo control con respecto a los indicadores estudiados.



**Figura 14.** Comportamiento de los grupos en Nicaragua, de acuerdo al esquema de pago, el puntaje promedio por hectárea 2003, 2004 y el puntaje promedio de incremento por hectárea.

El hecho de no encontrar diferencias entre los promedios de los dos esquemas de pago, tanto de Nicaragua como en Costa Rica, puede estar relacionado con una baja comprensión de los objetivos del proyecto y del mecanismo de pago utilizado, ya que en diversas ocasiones productores manifestaron que no comprendían claramente el

mecanismo utilizado por el proyecto para determinar el monto del pago que debían recibir. De igual manera, muchos productores indicaron desconocer el esquema de pago al cual estaban sujetos y el monto asignado por punto incremental, todo ello a pesar de haber firmado y recibido un documento donde se estipulan claramente las condiciones del proyecto.

#### 4.2.6.3 Análisis de variables socioeconómicas

Para las fincas que forman parte del estudio ubicadas en Nicaragua, al igual que en Costa Rica, se evaluaron muchas variables, con el fin encontrar asociaciones entre ellas que permitieran, a través de un modelo, representar el proceso de adopción de los sistemas silvopastoriles propuestos. Básicamente se utilizaron las mismas variables que se analizaron para el estudio de las fincas ubicadas en Costa Rica. En el Cuadro 8 se presentan los valores para algunas variables que se consideraron importantes de acuerdo a la referencia en la literatura.

**Cuadro 8**  
Resultado de algunas variables estudiadas para las fincas ubicadas en Nicaragua, por grupo y esquema de pago

Grupos	Puntos de incremento promedio/ha	Dist promedio Pobra (Km)	Posesión promedio (años)	Edad promedio (años)	Nº de Pers en la Vivienda promedio	Mano de obra familiar (h/semana)	Capital Total promedio (US\$)
Nicaragua (Global)	0.1772	10.33	10.95	43.63	5.90	77.45	44195.70
Grupo A (Control)	0.1871	9.90	9.00	42.66	5.14	72.69	64937.92
Grupo B	0.1536	12.29	11.40	43.03	6.10	77.63	40902.80
Grupo C	0.1828	9.72	11.52	44.24	6.12	79.20	37580.74
Esq Pago 1	0.1737	10.95	11.97	42.12	6.19	77.08	39948.57
Esq Pago 2	0.1766	9.23	10.33	48.19	5.94	82.81	35067.01
Sin Pago (control)	0.1871	9.90	9.00	42.66	5.14	72.69	64937.92

Entre las variables que se evaluaron independientemente de otras y que se resultaron significativas están la “accesibilidad a las fincas” y el “capital total”. En cuanto a la accesibilidad se encontró diferencia estadística significativa ( $P = 0,0221$ ) entre las medias de las fincas no accesibles y las accesibles en relación con puntaje incremental promedio. Las fincas no accesible en alguna época del año tuvieron un puntaje incremental promedio de 0,1083; mientras que el promedio de las fincas accesibles todo

el año es de 0,1861. Lo anterior, aunque es un margen pequeño, indica que la accesibilidad favorece la adopción de usos del suelo más amigables con el ambiente. Tal situación puede estar vinculada a la dificultad de transportar insumos en alguna época del año e incluso la imposibilidad de contar con mano de obra cerca de la finca para realizar las labores requeridas. El hecho de quedar aislado en alguna época del año obliga al productor a realizar los trabajos requeridos en la finca con mano de obra personal o de su familia, es probable que esta limitante esté repercutiendo negativamente en el desarrollo de sistema de producción más amigables con el ambiente.

En cuanto al capital total, a través del análisis de varianza, se encontró que en relación con el puntaje promedio por hectárea 2004 existe diferencia estadística significativa ( $P = 0,0465$ ) entre el grupo de alto capital total y los grupos de capital medio bajo y bajo. Las medias obtenidas por estos grupos fueron: 0,7899 para el grupo de capital alto, 0,9658 para el grupo de capital medio bajo y 0,9232 para grupo de capital bajo. Lo anterior indica una relación inversa entre el nivel de capital total y el grado de adopción de usos de suelo amigables con el ambiente.

En relación con lo anterior, cabe repetir lo indicado para el caso de Costa Rica, en relación con que los productores que tienen un nivel de capital total alto buscan otras opciones de inversión para su dinero, ya que no ven en la ganadería una actividad segura; por el contrario, existe temor entre los productores por las medidas que tendrán que tomar a raíz de las negociaciones sobre un tratado de libre comercio con Estados Unidos. Mientras que los productores que poseen un bajo nivel de capital total, en muchos casos, siguen en la actividad ganadera porque es lo que han realizado durante toda su vida y, tomando en cuenta la avanzada edad de los productores, es difícil en su condición cambiar a otra actividad productiva. Frente a esta situación la mayoría de los productores prefiere tratar de mejorar los rendimientos de sus fincas a través de un mejor manejo de la misma en vez de cambiar de actividad, por ello existe mayor adopción de sistemas silvopastoriles en el grupo de bajo capital total.

#### **4.2.7 Análisis desde un enfoque econométrico**

Finalmente, en el caso de Nicaragua, después de evaluar muchas variables se logró construir un modelo, bastante similar al presentado para Costa Rica; sin embargo, el

nivel de ajuste es mucho menor, ya que se tiene un  $R^2 = 0,261721$  y un  $R^2$  ajustado = 0,23219. Los componentes de este modelos y sus coeficiente se pueden apreciar en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
Coeficientes e indicadores de las variables que forman parte del modelo de regresión para Costa Rica

Variable	Coefficient	Standard Error	t-ratio	P[ T >t]	Mean of X
Constant	.3509682002	.63590751E-01	5.519	.0000	
GRUPB	.1285187150E-01	.37571898E-01	.342	.7329	.22900763
GRUPC	.5144502571E-01	.32649628E-01	1.576	.1176	.56488550
EDAD	-.1350748676E-02	.89377381E-03	-1.511	.1332	43.320611
ACCESIB	.7388770046E-01	.38180583E-01	1.935	.0552	.89312977
PHA03	-.2784754032	.50509625E-01	-5.513	.0000	.72741420

Las variables del modelo presentado se definen de la siguiente manera:

**Y** = Puntos de incremento promedio por hectárea

**GRUPB** = Grupo que recibe pago por servicios ambientales, esta variable se codifica como "1" cuando el grupo recibe PSA y "0" en caso contrario.

**GRUPC** = Grupo que recibe pago por servicios ambientales más asistencia técnica, se codifica "1" cuando el grupo recibe PSA + Asistencia Técnica y "0" en caso contrario.

**EDAD** = Edad de los productores.

**ACCESIB** = Accesibilidad de las fincas durante todo el año, se codifica con "1" si la finca es accesible durante todo el año y "0" en caso contrario.

**PHA03** = Puntaje promedio por hectárea para el año 2003 (Línea base)

En este modelo, contrario a lo ocurrido con el modelo construido para Costa Rica, la edad tiene efecto negativo sobre el nivel de adopción, es decir que a mayor edad menos adopción de usos del suelo amigables con el ambiente. Esto sugiere que en Nicaragua los productores jóvenes están más receptivos a la adopción de nuevas tecnologías, esta disposición puede estar relacionado con el poco tiempo que tienen los productores de poseer sus fincas (promedio 10,95 años de posesión); mientras que para los productores de Costa Rica tienen en promedio 20.50 años de poseer sus fincas. Por otro lado, lo productores de Nicaragua tienen una edad promedio de 42.99,

la cual es 10 años menos que la edad promedio de los productores de Costa Rica; lo cual les brinda más energía para aventurarse a experimentar nuevas propuestas tecnológicas. La tendencia de la edad en los productores de Nicaragua coincide con lo que reporta Navas (1992) para procesos de adopción de prácticas agroforestales en Ecuador y Almeida (1998) con productores de El Salvador.

En otro sentido, la accesibilidad resulta significativa para el modelo de Nicaragua, encontrándose que a mayor accesibilidad mayor es la probabilidad de adopción de las prácticas propuestas. Cabe indicar que las fincas nicaragüenses tienen una distancia promedio al centro poblado más cerca de 10,33 km, la cual es muy superior a la distancia promedio reportada para Costa Rica (2,69 km). Por lo que es lógico que la accesibilidad juegue un papel relevante en la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente, ello puede estar ligado al grado de facilidad o dificultad para transportar insumos necesarios para realizar las actividades de las fincas.

En cuanto al puntaje promedio por hectárea 2003 (PHA03) se tiene en Nicaragua el mismo efecto que en Costa Rica, es decir, que las fincas que obtuvieron un alto valor en el puntaje promedio por hectárea en el 2003 tienen menos posibilidades de adoptar nuevos sistemas de uso de la tierra que sean mejores para el ambiente. El puntaje promedio por hectárea 2003 es fuertemente significativo ( $P = 0,000$ ) en el puntaje incremental por hectárea que puedan alcanzar las fincas.

### **4.3 Un modelo para ambos países**

Como parte final del proceso de análisis se procedió a construir un modelo conjunto para los dos países, en dicha labor se evaluó todas las variables para encontrar un modelo que tuviese el mejor ajuste posible. El modelo que alcanzó el mejor ajuste mostró un  $R^2 = 298738$  y un  $R^2$  ajustado de 0,27934. Las variables que forman parte de este modelo y sus coeficientes se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
Coeficientes e indicadores de las variables que forman parte del modelo de regresión conjunto para Costa Rica y Nicaragua

Variable	Coefficient	Standard Error	t-ratio	P[ T >t]	Mean of X
Constant	.2766262134	.44598401E-01	6.203	.0000	
GRUPB	.1130688255	.22414759E-01	5.044	.0000	.38314176
GRUPC	.1172868571	.22727712E-01	5.161	.0000	.39846743
ACCESIB	.6517608204E-01	.33027438E-01	1.973	.0495	.93103448
CAPITAL	-.1712093710E-06	.52827226E-07	-3.241	.0014	99220.860
RESIDE	-.2698804694E-01	.17864228E-01	-1.511	.1321	.67049808
PHA03	-.2908805862	.35343443E-01	-8.230	.0000	.78252159
PAIS	.9022146987E-01	.19649418E-01	4.592	.0000	.49808429

Las variables que forman parte de este modelo se definen de la siguiente manera:

**Y** = Puntos de incrementos promedio por hectárea.

**GRUPB** = Grupo que recibe pago por servicios ambientales, esta variable se codifica con "1" si la finca pertenece al grupo que recibe PSA y con "0" en caso contrario.

**GRUPC** = Grupo que recibe pago por servicios ambientales y asistencia técnica, se codifica con "1" si la finca pertenece al grupo que recibe PSA + Asistencia Técnica y con "0" en caso contrario.

**ACCESIB** = Accesibilidad a las fincas durante todo el año, se codifica con "1" si la finca es accesible durante todo el año y con "0" en caso contrario.

**CAPITAL** = Capital total de los productores.

**RESIDE** = Residencia dentro de los predios de las fincas, esta variables se codifica con "1" si el productor reside dentro de los predios de la finca y con "0" en caso contrario.

**PHA03** = Puntaje promedio por hectárea para el año 2003 (Línea base)

**PAÍS** = Costa Rica y Nicaragua, esta variables se codificó con "1" la finca pertenece a Costa Rica y con "0" si pertenece a Nicaragua.

En presente modelo se puede observar que los grupos que se benefician con el pago por servicios ambientales tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) sobre el puntaje incremental promedio por hectárea, es decir, sobre la adopción de los sistemas silvopastoriles. De igual manera, la accesibilidad a las fincas durante todo el año tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo



( $P = 0,0495$ ) sobre el puntaje incremental promedio. Esto significa que las fincas que son accesibles durante todo el año tienen mayor probabilidad de adoptar usos de suelo más amigables con el ambiente.

En cuanto al capital total se puede indicar que, al igual que ocurrió con el modelo desarrollado para Costa Rica, el capital total tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo ( $P = 0,0014$ ) sobre el puntaje incremental promedio. Esta situación nos indica que entre mayor es el capital total de los productores menor es la probabilidad de adopción de prácticas silvopastoriles amigables con el ambiente. Una explicación de por qué ocurre esta situación aparece en la discusión desarrollada para el modelo construido para Costa Rica.

La siguiente variable que entra en el modelo es la “residencia o no dentro los predios de la finca”, esta variable afecta negativamente el puntaje incremental, aunque estadísticamente no es significativa ( $P > 0,05$ ); esto nos indica que los productores que residen fuera de los predios de las fincas tienen mayor probabilidad de adoptar usos de suelo amigables con el ambiente. Una discusión sobre este fenómeno se presentó en el modelo desarrollado para Costa Rica.

La variable puntaje promedio por hectárea 2003 (PHA03) en este modelo mantiene el mismo efecto presentado para los modelos desarrollados para Costa Rica y Nicaragua. Esta variable tiene un efecto negativo y estadísticamente significativo sobre el puntaje incremental de las fincas. Esto significa que las fincas que alcanzaron un alto puntaje en el promedio por hectárea 2003 tienen menos probabilidad de adoptar prácticas productivas amigables con el ambiente y, por consiguiente, están destinadas a tener menor puntaje incremental.

En cuanto a la variable país, tenemos que para el modelo propuesto tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo ( $P > 0,05$ ), esto nos indica, de acuerdo a la manera en que se construyó el modelo, que las fincas ubicadas en Costa Rica han tenido un mejor desempeño, es decir, mayor puntaje incremental promedio por hectárea. Esto se puede apreciar mejor en el puntaje incremental promedio por hectárea, el cual es de 0,2201 para Costa Rica y 0,1772 para Nicaragua.

## 5 CONCLUSIONES

En la presente investigación se analizó el primer año de un proceso de difusión y adopción de prácticas silvopastoriles que promueven usos del suelo amigables con el ambiente; tal como se indica en la literatura los procesos de adopción de tecnologías agrícolas son normalmente largos (Rogers 1995) y el proceso objeto del presente estudio no escapa de esa realidad. De igual manera, se señala en la literatura que la fase inicial del proceso de adopción es lenta, por lo que no se deben esperar grandes avances en el proceso (Rivas 2002). Lo expresado anteriormente es básico para los propósitos que dieron origen al presente estudio, ya que se deseaba identificar los factores claves influyentes en la toma de decisión, a nivel de finca, en relación con la adopción de los sistemas silvopastoriles. Aunque se ha logrado identificar algunas tendencias, es prematuro indicar que exista un factor que esté ejerciendo un efecto determinante sobre la toma de decisión de los productores y la adopción de prácticas amigables con el ambiente. Sin embargo, se ha encontrado que factores como: el pago por servicios ambientales (PSA), la accesibilidad a las fincas, el capital total, el lugar de residencia del productor, la escolaridad, la edad, y el puntaje obtenido en la línea base tienen efectos sobre el puntaje incremental que han alcanzado las fincas en el 2004. Los efectos de cada una de estas variables se han discutido y han servido de base para la construcción de modelos que intentan representar el comportamiento del proceso de adopción para cada país y del proceso en forma general a nivel de todo el proyecto.

Es necesario indicar que para los efectos de esta investigación se tomó como “*adopción*” todo proceso de cambio en la utilización del recurso suelo orientado a un uso más racional y conservacionista de mismo, es decir, cualquier incorporación de prácticas silvopastoriles u otras que se puedan constituir como un uso del suelo amigable con el ambiente. En base a lo expuesto, se tomó como esfuerzos realizados por los productores por adoptar mejores usos de suelo una gran gama de opciones, las cuales van desde el cambio de pastura naturales a pastura mejoradas hasta la siembra de árboles en bloques o dispersos en los potreros, pasando por la implementación de prácticas más complejas como son los bancos de forrajes o proteínas.

En relación con el pago por servicios ambientales (PSA), se encontró que el mismo está teniendo un efecto positivo, especialmente en Costa Rica, como medio para promover la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente, ello se puede constatar a través de los valores obtenidos en el puntaje incremental promedio por hectárea para cada

grupo. En el caso de Costa Rica las fincas que reciben PSA (Grupos B y C) han obtenido puntajes incrementales promedio estadísticamente superiores al obtenido por el Grupo A (Ver Cuadro 2). Los puntos incrementales promedio por hectárea son: 0,0720, 0,2674, 0,2551 respectivamente para el Grupo A, B y C. Cabe destacar que ese efecto se aprecia también en el puntaje promedio por hectárea 2004 y el puntaje incremental por finca 2004 para las fincas ubicadas en Costa Rica (Ver Figuras 6 y 7).

En cuanto al comportamiento del PSA en las fincas localizadas en Nicaragua se encontró que el efecto no es claro, ya que los grupos que reciben el PSA (Grupos B y C) presentaron puntajes promedio por hectáreas para el 2004, estadísticamente superiores al obtenido por el Grupo A (Ver Cuadro 6 y Figura 11 y 12), lo que indica un efecto positivo; sin embargo, los tres grupos presentaron medias en el puntaje incremental promedio por hectárea estadísticamente iguales, este hecho indica que el efecto no es claro, al menos para el primer año de ejecución del proyecto.

La asistencia técnica, de acuerdo a los análisis realizados no hay evidencia estadística que permita establecer diferencia entre el grupo que recibe asistencia técnica y los que no cuentan con ella, incluso en el caso de Costa Rica, el grupo que recibe asistencia técnica tiene un puntaje incremental promedio por hectárea ligeramente inferior al grupo no recibe asistencia, esto es importante hacerlo notar, aún cuando estadísticamente las medias en el puntaje incrementales son iguales (Ver Cuadro 2). En el caso de Nicaragua, el Grupo C que recibe asistencia técnica obtuvo un puntaje incremental superior al Grupo B, el cual no cuenta con la asistencia (Ver Cuadro 6); sin embargo, el puntaje es similar al obtenido por el Grupo A (control) que tampoco recibe la asistencia técnica. El único indicador en donde se puede apreciar una leve diferencia a favor del grupo que recibe la asistencia técnica está dado en el puntaje promedio por hectárea 2004 para Nicaragua, en donde el Grupo C obtuvo un puntaje de 0,9650; mientras que los Grupos A y B obtuvieron 0,7345 y 0,9210 respectivamente, aunque los puntajes de los Grupos B y C son estadísticamente iguales.

En relación con la asistencia técnica es importante señalar que no ha sido posible evitar que los productores compartan los conocimientos que reciben a través de la asistencia técnica, esta situación impide evaluar correctamente el efecto que puede tener la asistencia técnica como un factor para promover la adopción de usos de suelo más amigable con el ambiente.

Por otro lado, en el presente estudio se evaluaron muchas variables para determinar si otros factores de orden social, financiero o institucional afectan la toma de decisión de los productores en relación con la adopción de usos de suelo más amigables con el ambiente, sin embargo, no se encontró evidencia estadística significativa que permitiera identificar otras variables que tuvieran el mismo efecto del PSA o que contribuyeran a favorecer la adopción de las prácticas silvopastoriles. Entre otras se consideraron variables como: la distancia de las fincas a los centros poblados, el número de personas que habitan la vivienda principal de la finca, el número de hora de trabajo que dedica la familia a las actividades de la finca, la topografía, los conocimientos de los productores sobre prácticas silvopastoriles, la accesibilidad al crédito, los años de posesión de la finca, el valor de los bienes fijos, la asistencia técnica recibida anteriormente, la participación en grupos organizados de la comunidad y otras.

En cuanto al nivel de servicios ambientales ofrecidos por las fincas al inicio del proyecto (línea base), para el caso de Costa Rica, se encontró que las fincas, independientemente del grupo al cual fueron asignada, presentaron un nivel de servicios ambientales iguales entre sí; en otras palabras, las medias del puntaje promedio por hectárea para el año 2003 son estadísticamente igual entre los grupos (Ver prueba 2 y 15). En base en lo anterior podemos decir que no hay factores que hayan ejercido una influencia tan fuerte como para provocar diferencias entre las fincas al inicio del proyecto o sea en el establecimiento de la línea base. El estado de las fincas al inicio del proyecto obedece más a patrones culturales y a las políticas de desarrollo que fueron promovidas por los gobiernos durante las décadas pasadas, que a un determinado factor en especial. El planteamiento anterior se puede constatar en la similitud de la estructura y composición de las fincas, en la similitud de los métodos de producción utilizados y en la semejanza de los hatos ganaderos presentes en las fincas. En general, las fincas utilizan los mismos esquemas administrativos para el manejo y operación de sus fincas. Por otro lado, los productores del área de estudio en Costa Rica, presentan un comportamiento similar a un mercado de competencia perfecta, ya que cualquier modificación al esquema tradicional de producción es en pocos años copiado por todos los productores. Esto no quiere decir de ninguna manera que haya una disposición abierta a la adopción de nuevas tecnología, sino que las fincas presentan pocas variantes entre sí en cuando a los métodos de producción.

En el caso de Nicaragua, en cuando a la línea base, se encontró diferencia estadística ( $P = 0,0001$ ) entre el Grupo A (control) y los Grupos B y C en cuanto al puntaje promedio por hectárea 2003 (Ver prueba 24 y 41), lo cual resulta un hecho inesperado,

ya que las fincas fueron asignadas a cada grupo al azar y por ello se suponía que no habría diferencia en la línea base entre los grupos. Los puntajes promedio por hectárea para el año 2003 fueron: 0,5475, 0,7674, y 0,7821 respectivamente para el Grupo A, B y C. De la misma manera, la superficie promedio del Grupo A resulta ser superior a la de los Grupos B y C, presentándose los siguientes valores: 46,63 ha, 28,16 ha y 30,80 ha respectivamente para el Grupo A, B y C. Es probable que el hecho de que las fincas del Grupo A (control) tengan un puntaje promedio por hectárea 2003 inferior al de los otros dos grupos esté relacionado con la diferencia en el tamaño de las fincas, esto debido a que se requiere mayor mano de obra para manejar una finca más grande; es importante indicar que el Grupo A fue el que reportó menos dedicación de horas familiares a las actividades de la finca (Ver Cuadro 8). Por otro lado, es posible que los productores del Grupo A no se hayan visto obligado a adoptar sistemas productivos más eficientes debido a la mayor cantidad de superficie.

Una de las hipótesis que se plantearon en la presente investigación indicaba que los productores con mayor nivel de educación, capacitación en sistemas silvopastoriles y mayor capital total incorporan mayor área con sistemas silvopastoriles; sin embargo, los análisis realizados muestran que el nivel de escolaridad sólo resultó tener un efecto positivo, y estadísticamente significativo ( $P = 0,0138$ ), para las fincas localizadas en Costa Rica. El nivel de escolaridad resultó irrelevante para el caso de las fincas de Nicaragua. Los conocimientos previos de los productores sobre las prácticas silvopastoriles también resultaron no tener efecto sobre la adopción de las prácticas silvopastoriles. En cambio el capital total de los productores resultó tener un efecto negativo, y estadísticamente significativo ( $P = 0,0019$ ), sobre el puntaje incremental promedio que alcanzan las fincas en Costa Rica, esto significa que los productores con mayor capital total tiene menor probabilidad de adoptar usos del suelo amigables con el ambiente.

A pesar que el proyecto "*Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas*" lleva poco tiempo en ejecución, el pago por servicios ambientales (PSA) ya empieza a tener efectos positivos como herramienta para facilitar la adopción de una nueva tecnología: "*usos de suelos amigables con el ambiente*". Tal situación es evidente principalmente en Costa Rica (Ver Figuras 6, 7, 8 y 9), en donde las fincas que se benefician con el PSA han presentado un mejor comportamiento, es decir, han adoptado usos de suelos más amigables con el ambiente que las fincas que no reciben este beneficio.

Cabe destacar, que factores socioeconómicos como: la escolaridad, la edad, ingresos, tamaño de la familias, tipo de tecnología y otros, que tradicionalmente se mencionan en la literatura como determinantes en las decisiones de los productores en cuanto a la adopción o rechazo de tecnologías agrícolas no mostraron un efecto relevante en este estudio.

Por otro lado, a pesar de que no estuvo dentro de los objetivos de esta investigación determinar los cambios de usos de suelo mayormente preferidos por los productores, se pudo notar en las visitas a las fincas y en las entrevistas a los productores que los cambios que resultan más atractivos son: a) El cambio de pasturas naturales a pasturas mejoradas y b) La regeneración natural. Obviamente, esta preferencia está ligada a las ventajas que los productores perciben de la incorporación de pasturas mejoradas y al bajo costo que conlleva manejar la regeneración natural de especies maderables nativas dentro de los potreros. En sentido contrario, se tiene que los cambios de uso de suelo que resultan menos atractivos para los productores son aquellos que, desde la perspectivas de los productores, implican mayor costo y a la vez más empleo de mano de obra.

Aunque que el PSA es un elemento innovador como medio para promover la difusión y adopción de tecnología agrícolas, se debe esperar en los próximos años mejores resultados, toda vez que los productores manifestaron al momento de visitar las fincas para realizar el monitoreo de uso de suelo 2004, después de un año de ejecución del proyecto, tener mucho más claro los objetivos del proyecto y los cambios que deben realizar en sus fincas para poder alcanzar usos del suelo que les permitan obtener un mayor monto en el pago por servicios ambientales (PSA).

Finalmente, es importante indicar que la propuesta tecnológica que se promueve en este proyecto tiene características que contribuyen a facilitar su adopción, ya que consiste de muchas alternativas de uso del suelo, por lo que el productor escoge aquellas que considera más factible para su finca en base a sus recursos. Tal situación aunada al incentivo que representa el PSA constituye toda una nueva estrategia en la promoción y difusión de una tecnología agrícola, ya que tradicionalmente las propuestas tecnológicas eran muy cerradas y los escasos incentivos que se ofrecían estaban representados por insumos agrícolas (semillas, plantones, abono y otros) o alimentos para consumo humano.

## 6 RECOMENDACIONES

Realizar el monitoreo sobre el uso del suelo en un mismo período para los tres grupo de fincas, así se lograría minimizar el error humano en las evaluaciones. Es preferible que estas evaluaciones se realicen al inicio de la época lluviosa o al final de la misma, ya es necesario contemplar la cobertura vegetal en todo su verdor, lo cual no ocurre en la época seca o verano. Tal situación provoca evaluaciones que no reflejan la realidad de las fincas.

La evaluación de uso del suelo, debido a lo peligroso de la labor y a las dificultades técnicas que surgen en el campo, debe ser realizada por un mínimo de dos personas, y preferiblemente por personal con experiencia en esta labor.

Es conveniente dar mayor relevancia a la capacitación y asesoría técnica que se brinda a los productores para elevar el conocimiento de los mismos sobre los objetivos del proyecto y los beneficios de las propuestas silvopastoriles y usos del suelo que se promueven. En algunos casos los productores sienten que están brindando un servicio ambiental que no los beneficia directamente, situación que es contraproducente para los objetivos del proyecto.

Es prioritario agilizar el proceso de pago a los productores que son beneficiados con el PSA, de tal manera que puedan aprovechar al máximo la época lluviosa para hacer los cambios de uso de suelo que han planificado.

La ubicación actual de las fincas impide evaluar adecuadamente el papel de la asistencia técnica ya que las fincas están ubicadas en la misma zona, por lo que en el diseño de futuros proyecto es conveniente atender esta situación para evitar el intercambio de información entre los productores y así evaluar correctamente el efecto de esta variable.

Es recomendable realizar un estudio para determinar los cambios de uso de suelo que son más atractivos para los productores y conocer así las preferencias, de tal manera que se puedan ofrecer en el futuro alternativas de producción que tengan mayores perspectivas de ser acogidas por los productores.

En proyectos futuros será necesario dedicar mayores recursos a la capacitación de los productores en cuanto a los conceptos de “*esquema de pago*” y “*puntaje incremental*”, ya que a pesar de los esfuerzos realizados en el personal del proyecto actual, muchos productores manifestaron comprender el mecanismo de pago prácticamente al final del primer año de ejecución del proyecto.

Es necesario contar con un estudio en años posteriores al final del proyecto para determinar si los usos de suelo amigables con el ambiente persisten una vez se eliminen los beneficios aportados por el proyecto.

Dado que los procesos de adopción de tecnologías agrícolas son lentos y conllevan varios años, es necesario continuar el estudio sobre la adopción para determinar con mayor precisión los factores que afectan dicho proceso.



## 7 LITERATURA CITADA

- Almeida, E. N. 1998. Análisis de adopción y adaptación campesina de sistemas agroforestales con cultivos anuales en cuatro comunidades del municipio de San Juan Opico en el Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. 98 p.
- \_\_\_\_\_; Galloway, G.; Current, D.; Lok, R.; Prins, C. 1999. Factores que influyen en el proceso de adopción de prácticas agroforestales en el Municipio de San Juan Opico, El Salvador. *In* Actas de la IV Semana Científica: "Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio". Celebrada del 6 al 9 de abril de 1999. CATIE, Turrialba, Cr. p. 192-195.
- Alpizar, F. 2003a. Apuntes del Curso Valoración Económica del Ambiente 2003. Escuela de Posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- \_\_\_\_\_. 2003b. Curso de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales. Lección 16 (diapositivas). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR. 44 diapositivas, color.
- Benavides, J. 1995. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas* 2(7): 27-30.
- Bottini, L. 2004. Decisiones y tiempo (en línea). Consultado 25 ago. 2004. Disponible en: <http://es.geocities.com/lesneika>
- Bronstein, G. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 110 p.
- Brown, K.; Adger, N. 1994. Economic and politic feasibility of international carbon offsets. *Forest Ecology and Management*. 68: 217-229.
- Budowski, G. 1998. Secuestro de carbono y gestión forestal en América Tropical. *Ambienco*. 65: 8 –16.
- Bustamante, J. 1991. Evaluación del comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 131 p.
- Cárdenas, G. 2002. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitat en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 123 p.
- Carranza, CF; Aylward, BA; Echeverría, J; Tosi., JA y Mejías, R. 1996. Valoración de los servicios ambientales de los bosques de Costa Rica. San José, CR. 71 p.
- Carson, D. 1996. Modeling climate change: achievements and prospects. *Commonwealth Forestry Review* 75(1): 12-18.

- Ciesla, W. 1996. Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto. FAO (Estudio FAO Montes 126). Roma, IT. 146 p.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), FEDEFAN (Fondo Nacional del Ganado), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y COLCIENCIAS. 1996. Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Comp. A Uribe Calad. 294 p.
- Current, D.; Lutz, E.; Scherr, S. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencia en América Central y el Caribe. Serie Técnica. Informe Técnico N° 268. CATIE. Turrialba, CR. 32 p.
- Curso internacional sobre ganadería y medio ambiente. (2003, Turrialba, CR). 2003. Iniciativa para la Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, CR. s/n.
- Espinoza, N.; Gatica, J; Smyle, J. 1999. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. San José, CR. 57 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. Consulta de expertos: Protección de los Recursos Naturales en Sistemas Ganaderos: Los Sistemas Agroforestales Pecuarios en América Latina. Roma, IT. 38 p.
- Fienberg, S. 1994. The Analysis of Cross-Classified Categorical Data. 2ed. Cambridge, US. 198 p.
- Finegan, B.; Delgado, D. 2003. Apuntes del Curso Consideraciones Ecológicas, Económicas y Sociales en la producción agrícola y el manejo de los recursos naturales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). s/n.
- Fisher, M.; Trujillo, W. 2000. Fijación de carbono por pastos tropicales en las sabanas de suelo ácidos neotropicales. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales. Eds. C Pomareda, H Steinfeld. 115 – 135.
- Flores, Malaquías. 2001. Transferencia de tecnología (en línea) Consultado 5 de sep. 2004. Disponible en <http://benson.byu.edu/Members/cflores/Relan/Vol1.3/1.3.2/view>.
- Fundación Solar, GT. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. L. Márquez. Ed. Guatemala, GT. 31 p.
- Geilfus, F. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. Proyecto Regional: Desarrollo Institucional para la producción agrícola sostenible en las laderas de Centroamérica. IICA – GTZ. San Salvador, SV. 208 p.
- Guevara, S.; Meave, J.; Moreno, P.; Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. Journal of Vegetation Science 3:655-664.

- Gujarati, D. 1992. *Econometría*. 2ed. McGraw-Hill. Ciudad de México, MX. 597 p.
- Harvey, C.; Haber, W. ; Mejías, F.; Solano, R. 1998. Remnant trees in Costa Rican pastures. Tool for conservation? *Agroforestry Trees* July-Sept. 1998, 7-9.
- Harvey, C.; Haber, W.; Solano, R.; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: ¿Herramientas para la conservación?. *Agroforestería de las Américas* 6 (24) 19-22.
- \_\_\_\_\_. 2000. Windbreak enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. *Ecological Applications* 10: 155-173.
- \_\_\_\_\_. 2001. La conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles (en línea). Turrialba, CR. Consultado 24 jul. 2004. Disponible en [http://www.lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm#\\_ftnref3](http://www.lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo2.htm#_ftnref3)
- Holman, F.; Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Oviedo, E.; y Baños, A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42: 79-89.
- \_\_\_\_\_; Estrada, R. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacífico central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito. En C. E. Lascano y F. Holman. *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. CIAT, Cali, Colombia. Pp 134-150.
- Hosmer, D.; Lemeshow, S. 1989. *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, Inc. New York, US. 307 p.
- Ibrahim M., Franco, M., Pezo, D., Camero A., Araya, J. 1999. Promotin intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for castle grazing *Hyparrhenia rufa* in the sub-humid tropics of Costa Rica. *Agroforestry systems*.
- \_\_\_\_\_; Mora, J.; Rosales, M. (eds). 2003. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Memoria de una conferencia electrónica realizada entre septiembre y diciembre del 2001. Turrialba, CR. CATIE. 200 p.
- ICRAF (Centro Internacional de Investigación en Agroforestería). s.f. *Creciendo juntos la agroforestería y el ICRAF*. Nairobi, KE.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica). 2000. *Censo Nacional de Población y Vivienda 2000*.
- InfoStat. 2003. *InfoStat, versión 1.5. Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina
- Jansen, H.; Nieuwnhuysse, A.; Ibrahim, M. 1996. Evaluación económica de sistemas mejorados de producción de ganado vacuno en la zona atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* N° 3.

- Kanninen, M. 2000. Secuestro de carbono en los bosques: El papel de los bosques en el ciclo global de carbono. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales. Eds. C Pomareda, H Steinfeld. 137 – 149.
- Kass, D.; Burgos, C.; Vargas, A. 1992. Sustainable land use systems research in Central America. In: International Workshop on Sustainable Land Use Systems Research. Proceedings, Oxford an IBH, New Delhi, India. pp. 183-199.
- Knox, Anna; Meinzen-Dick, Ruth. 1999. Los derechos de propiedad, la acción colectiva y las tecnologías para el manejo de los recursos naturales. Resúmenes de Políticas Número 1. Oct. 1999. Pág. 8.
- López, A.; Scholönvoigt, 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 de las Américas 6: 51-53.
- López, G., Pérez, J.; Kleinn, C. 2001. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario de los recursos naturales. CATIE. Turrialba, CR. 155 p.
- MacDicken, K.; Vergara, N. 1990. Agroforestry: Classification and Management. 382 p.
- Maddala, G. S. 1999. Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics. Cambridge University Press. New York, US. 401 p.
- Martín, G., Labeaga, J., Mochón, F. 1997. Introducción a la econometría. Prentince Hall. México, MX. 320 p.
- Melgar, A. D. 1995. Adopción de prácticas de conservación de suelos transferidas en el proyecto "Rehabilitación de la cuenca del Río de Las Cañas", El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 77 p.
- Ministerio de Ambiente y Energía. 1996. Instituto Meteorológico Nacional. National Inventory of sources and sinks of greenhouse gases in Costa Rica. San José, CR. s/n.
- Montenegro, J.; Abarca, S. 2000. Fijación de carbono, emisión de metano y de oxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales. Eds. C Pomareda, H Steinfeld. 151–174.
- Moody, P. 2001. Toma de decisiones gerenciales. México D F, MX. McGraw Hill Hispanoamericana, S. A. 321 p.
- Navas, B. 1992. La transferencia de tecnología agropecuaria como causa de la baja productividad en el Ecuador. Quito, EC. Universidad Central de Ecuador. 67 p.
- OCIC (Oficina Costarricense de Implementación Conjunta). 1998. Actividades de implementación conjunta en Costa Rica. San José, CR. 6 p.

- Peso, D.; Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In Pastoreo intensivo en zonas tropicales. 1<sup>er</sup> Foro Internacional. FIRA/Banco de México. Veracruz, MX.
- \_\_\_\_\_; Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. 2 ed. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 275 p.
- \_\_\_\_\_; Ibrahim, M.; Beer, J.; Camero, L. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. Serie técnica, Informe técnico N° 311. Turrialba, CR. 47 p.
- Pretty, J. N. 1995. Regenerating Agriculture: policies and practice for sustainability and self-reliance. Earthscan Publications. London, 320 p.
- Proyecto CATIE-GEF-Banco Mundial. 2002. Propuesta para la ejecución del proyecto. Turrialba, CR. 121 p.
- Proyecto Forestal Chorotega. 1995. Modelos silvopastoriles para la pequeña ganadería en región Chorotega. San José, CR. 99 p.
- Proyecto Forestal Chorotega. 1997. Apuntes de prácticas agrosilvopastoriles para el desarrollo de comunidades rurales. Guanacaste, CR. 199 p.
- Radulovich, R.; Karreman; J. A. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. Serie Técnica. Informe Técnico N° 212. 95 p.
- Raintree, H. B. 1989. Factores que afectan la adopción de innovaciones agroforestales por agricultores tradicionales. In Beer, J; Fassbender, H.; Heuveldop, J. eds. Avances de la investigación agroforestal. Actas del seminario realizado en el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) del 1 al 11 de septiembre de 1985. Turrialba, CR. p. 307 – 319.
- Ramírez, A., Seré, C. 1990. *Brachiaria decumbens* en el Caquetá: Adopción y uso en ganadería de doble propósito. Proyecto colaborativo Nestlé de Colombia, Fondo Ganadero del Valle-INCORA-SENA-Universidad de la Amazonia-ICA-CIAT. Documento de trabajo N° 67, Calí, CO.
- Ramírez, R.; Shultz, S.; Hearne, R.; Gómez, M. 2000. Conteo de Poisson: Modelos econométricos para explicar la adopción de tecnologías agrícolas por pequeños productores en El Salvador y Panamá. Revista Forestal Centroamericana Oct-Dic 2000 N° 32:13–19.
- Rivas, L. 2002. Impacto económico de la adopción de pastos mejorados en América Latina Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Nov, 2002. 38 p.
- Rodríguez, J. 2002. Los servicios ambientales del bosque: el ejemplo de Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana 37:47-53.

- Rogers; E. 1995. *Difusión of innovations*. 4 ed. New York, US. The Free Press. 519 p.
- Rojas, G.; Infante, A. 1994. *Manual de Agroforestería*. Mérida, VE. 144 p.
- Ruiz F., C. J. 1996. *Propuesta metodológica para el estudio y manejo de barbecho, con intervención animal, en zonas subhúmedas, semiáridas y áridas de Centroamérica*. Turrialba, CR. 73 p.
- Sain, G. 1999. *Introducción a los conceptos de adopción, difusión y aceptabilidad. Qué son y cómo medirlos*. In Sain, G. ed. *Memoria del seminario: La adopción de tecnologías. La perspectiva del agricultor y sus implicaciones para la elaboración de políticas*. San José, CR. 1987. p. 17 – 42.
- Salgado, C.; Espinosa, M. 2004. *La toma de decisiones en un mundo posmoderno: de la racionalidad al casos (en línea)*. Departamento de Administración, Universidad Autónoma de México. Consultado 4 de sep 2004. Disponible en: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num8/doc10.htm>.
- Salvatore, D. 1991. *Econometría*. McGraw-Hill. México, MX. 201 p.
- Samuelson, P., Nordhaus, W. 2002. *Economía*. 17 ed. McGraw Hill, Madrid, ES. 701 p.
- Sandoval, R. 1984. *Adopción de recomendaciones técnicas en granos básicos y su efecto en el manejo e ingreso de pequeñas fincas en El Salvador*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. 202 p.
- Seré, C., Estrada, R., Ferguson, J. 1990. *Estudios de adopción e impacto en pasturas tropicales*. En: *Investigación con pasturas en fincas*, Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT). Documento de Trabajo N° 124. Palmira, CO.
- Souza de Abreu, Ibrahim, M.; Harvey, C.; 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 p.
- Varian, H. 2003. *Intermediate Microeconomics: a modern approach*. 6 ed. New York, US. W. W. Norton. 688 p.
- Wiersum, K.F. 1989. *Significado de la organización social y de las actitudes culturales en el desarrollo agroforestal*. In Beer, J; Fassbender, H.; Heuveldop, J. eds. *Avances de la investigación agroforestal. Actas del seminario realizado en el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) del 1 al 11 de septiembre de 1985*. Turrialba, CR. p. 26 – 38.
- World Bank, US. 2001. *Evaluación Social. Proyecto Regional: Integrated Silvopastoral Approaches to ecosystem Management*. CATIE-GEF-Banco Mundial. 72 p.

WHRC (Woods Hole Research Center). 2003. Global Carbon Cycle. Documento en línea. Consultado el 6 de ago. de 2004. Disponible en: <http://whrc.org/carbon/index.htm>

Young, A. 1997. Agroforestry systems for soil management. 2 ed. England, CAB International. 320 p.

**ANEXOS**



### 1 A. Índice y definiciones para 28 formas de uso del suelo.

Nº	Uso de Tierra	Biodiversidad	Carbono	INDICE	Descripción
		Puntaje	Puntaje		
1	Cultivos Granos y Tubérculos	0	0	<b>0</b>	Cultivos de ciclo corto menos 12 meses, granos básicos, yuca, hortalizas
2	Pastura Degradada	0	0	<b>0</b>	Pastura degradada cobertura de menos de 50% de especies deseables
3	Pastura Natural sin Árboles	0.1	0.1	<b>0.2</b>	Pastura dominada con especies nativas, naturalizadas de baja productividad
4	Pastura Mejorada sin Árboles	0.1	0.4	<b>0.5</b>	Pasturas dominada con especies introducidas de alto vigor y productividad, cobertura mayor de 70%
5	Cultivos semi perennes (plátano café sin sombra)	0.3	0.2	<b>0.5</b>	Plantaciones de café con más de 2000 arbustos en adelante a plena exposición, o cultivos de plátano
6	Pastura Natural + baja densidad árboles 30 árboles/ha	0.3	0.3	<b>0.6</b>	Pastura dominada con especies nativas o naturalizadas, árboles existentes mayor de 5cm dap y 2 m altura
7	Pastura Natural Enriquecida con árboles en baja densidad árboles 30 árboles/ha	0.3	0.3	<b>0.6</b>	Pastura dominada con especies nativas o naturalizadas, árboles recién sembrados hasta 5 dap y 0.5 m altura, mínimo 200 árboles/ha
8	Cercas vivas nuevas o con podas	0.3	0.3	<b>0.6</b>	Postes vivos podados frecuentemente (al menos 2 veces por año) para forraje o abono verde o postes vivos recién establecidos
9	Pastura Mejorada Enriquecida con árboles en baja densidad árboles 30 árboles/ha	0.3	0.4	<b>0.7</b>	Pastura dominada con especies mejoradas, árboles recién sembrados hasta 5 dap y 0.5 m altura, mínimo 200 árboles/ha
10	Cultivos frutales monocultivo	0.3	0.4	<b>0.7</b>	Plantaciones de leñosas perennes o semi perennes frutales o cítricos
11	Banco forrajero de gramíneas	0.3	0.5	<b>0.8</b>	Pastos o caña de corte en alta densidad
12	Pastura mejorada + baja densidad de árboles	0.3	0.6	<b>0.9</b>	Pastura dominada con especies mejoradas o introducidas, árboles existentes mayor de 5cm dap y 2 m altura
13	Banco forrajero con leñosas	0.4	0.5	<b>0.9</b>	Leñosas para corte en alta densidad mayor igual a 10.000 plantas por ha
14	Pastura Natural + alta densidad de árboles	0.5	0.5	<b>1</b>	Pastura dominada con especies nativas o naturalizadas, árboles existentes más de 30 árboles/ha mayor de 5cm dap y 2 m altura

**1 A. Continuación**

15	Cultivos frutales policultivo	0.6	0.5	<b>1.1</b>	Plantaciones de leñosas perennes o semi perennes frutales o cítricos mixtos y/o en varios estratos
16	Cercas vivas multiestrato o cortinas rompe vientos	0.6	0.5	<b>1.1</b>	Cercas o cortinas de árboles en libre crecimiento de múltiples estratos o con al menos un estrato superior mínimo de 4 m de ancho, 4 m de alto ó 4 metros de copa
17	Banco forrajero diversificado	0.6	0.6	<b>1.2</b>	Pastos o caña o leñosas de corte en varios estratos (mínimo 4 especies) con árboles mínimo de 4 m
18	Plantaciones maderables Monocultivo	0.4	0.8	<b>1.2</b>	Árboles maderables, sembrados en alta densidad una sola especie, mayor de 500 árboles por ha
19	Café con Sombra	0.6	0.7	<b>1.3</b>	Plantaciones de café con sombra con al menos 25% de cobertura
20	Pastura mejorada + alta densidad de árboles	0.6	0.7	<b>1.3</b>	Pastura dominada con especies mejoradas o introducidas, árboles existentes maduros densidad mayor de 30 árboles por ha
21	Guadua o Bambú	0.5	0.8	<b>1.3</b>	Asociación vegetal o cultivo de Guadua o Bambú
22	Plantaciones maderables Diversificada	0.7	0.7	<b>1.4</b>	Árboles maderables, sembrados en alta densidad mínimo 3 especies por lo menos, mas de 500 árboles por ha
23	Tacotales	0.6	0.8	<b>1.4</b>	Vegetación en sucesión natural con menos de 5 m de altura
24	Bosque ripario	0.8	0.7	<b>1.5</b>	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de ríos o cuerpos de agua con un ancho mínimo de 4 m
25	Silvopastoriles Intensivos	0.6	1	<b>1.6</b>	Pastura mejorada con alta densidad de arbustos forrajeros, mínimo 5000 árboles/ha
26	Bosque secundario Intervenido	0.8	0.9	<b>1.7</b>	Bosque nativo mayor de 10 m <sup>2</sup> de área basal Intervenido
27	Bosque secundario	0.9	1	<b>1.9</b>	Bosque nativo mayor de 10 m <sup>2</sup> de área basal
28	Bosque primario	1	1	<b>2</b>	Bosque nativo sin intervención en los últimos 30 años, mas de 80% de cobertura

## 2 A. Pruebas Estadísticas.

### Pruebas para Datos correspondientes a Costa Rica

**Prueba 1:** Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento 2004 por finca según grupo.

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	Increment	{a}	{b}	30	71	2.77	8.56	-4.49	<0.0001
grupo	Increment	{a}	{c}	30	31	2.77	7.57	-3.76	0.0004
grupo	Increment	{b}	{c}	71	31	8.56	7.57	0.70	0.4879

**Prueba 2.** Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según grupo.

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	P/Ha/03	{a}	{b}	30	71	0.91	0.82	1.68	0.0961
grupo	P/Ha/03	{a}	{c}	30	31	0.91	0.84	1.19	0.2397
grupo	P/Ha/03	{b}	{c}	71	31	0.82	0.84	-0.41	0.6795

**Prueba 3.** Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según grupo

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	P/Ha/04	{a}	{b}	30	71	0.98	1.09	-2.30	0.0237
grupo	P/Ha/04	{a}	{c}	30	31	0.98	1.10	-2.15	0.0360
grupo	P/Ha/04	{b}	{c}	71	31	1.09	1.10	-0.17	0.8619

**Prueba 4.** Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento promedio por hectárea 2004 según grupo.

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	PIncr/Ha	{a}	{b}	30	71	0.07	0.27	-7.32	<0.0001
grupo	PIncr/Ha	{a}	{c}	30	31	0.07	0.25	-5.65	<0.0001
grupo	PIncr/Ha	{b}	{c}	71	31	0.27	0.25	0.31	0.7597

**Prueba 5.** Prueba T para muestras Independientes. Variables: Puntos de incremento por finca según esquema de pago.

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
esquema	Increment	{1}	{2}	52	50	8.02	8.50	-0.31	0.7593
esquema	Increment	{1}	{3}	52	30	8.02	2.77	4.12	0.0001
esquema	Increment	{2}	{3}	50	30	8.50	2.77	4.02	0.0001

**Prueba 6.** Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según esquema de pago.

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
esquema	P/Ha/03	{1}	{2}	52	50	0.85	0.81	0.86	0.3926
esquema	P/Ha/03	{1}	{3}	52	30	0.85	0.91	-1.08	0.2814
esquema	P/Ha/03	{2}	{3}	50	30	0.81	0.91	-2.04	0.0451

**Prueba 7. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
esquema	P/Ha/04	{1}	{2}	52	50	1.11	1.08	0.72	0.4738
esquema	P/Ha/04	{1}	{3}	52	30	1.11	0.98	2.50	0.0144
esquema	P/Ha/04	{2}	{3}	50	30	1.08	0.98	1.97	0.0528

**Prueba 8. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
esquema	PIncr/Ha	{1}	{2}	52	50	0.26	0.27	-0.30	0.7671
esquema	PIncr/Ha	{1}	{3}	52	30	0.26	0.07	6.05	<0.0001
esquema	PIncr/Ha	{2}	{3}	50	30	0.27	0.07	7.16	<0.0001

**Prueba 9 Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento 2004 por finca según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incrementen	132	0.10	0.08	102.03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	718.77	2	359.39	7.03	0.0013
grupo	718.77	2	359.39	7.03	0.0013
Error	6598.09	129	51.15		
Total	7316.86	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=3.14761**

Error: 51.1480 gl: 129

grupo	Medias	n	
a	2.77	30	A
c	7.57	31	B
b	8.56	71	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

**Prueba 10 Análisis de la varianza. Variable. Puntos de incremento 2004 por finca según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incrementen	132	0.10	0.08	102.15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	703.37	2	351.69	6.86	0.0015
esquema	703.37	2	351.69	6.86	0.0015
Error	6613.49	129	51.27		
Total	7316.86	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=3.06498**

Error: 51.2674 gl: 129

esquema	Medias	n	
3	2.77	30	A
1	8.02	52	B
2	8.50	50	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

**Prueba 11. Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PIncr/Ha	132	0.19	0.18	76.05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.85	2	0.43	15.28	<0.0001
esquema	0.85	2	0.43	15.28	<0.0001
Error	3.60	129	0.03		
Total	4.45	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.07147**

Error: 0.0279 gl: 129

esquema	Medias	n	
3	0.07	30	A
1	0.26	52	B
2	0.27	50	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 12. Análisis de la varianza. Variable: Punto de incremento por hectárea 2004 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PIncr/Ha	132	0.19	0.18	76.05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.85	2	0.43	15.29	<0.0001
grupo	0.85	2	0.43	15.29	<0.0001
Error	3.60	129	0.03		
Total	4.45	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.07348**

Error: 0.0279 gl: 129

grupo	Medias	n	
a	0.07	30	A
c	0.25	31	B
b	0.27	71	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 13. Análisis de la varianza. Variables: Puntos promedio por hectárea 2004 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/04	132	0.04	0.03	20.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.30	2	0.15	3.01	0.0495
grupo	0.30	2	0.15	3.01	0.0495
Error	6.38	129	0.05		
Total	6.68	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.09789**

Error: 0.0495 gl: 129

grupo	Medias	n	
a	0.98	30	A
b	1.09	71	B
c	1.10	31	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 14. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/04	132	0.05	0.03	20.81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.32	2	0.16	3.28	0.0408
esquema	0.32	2	0.16	3.28	0.0408
Error	6.36	129	0.05		
Total	6.68	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.09502**

Error: 0.0493 gl: 129

esquema	Medias	n		
3	0.98	30	A	
2	1.08	50	A	B
1	1.11	52		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p <= 0.05$ )

**Prueba 15. Análisis de la varianza. Variable: Punto promedio por hectárea 2003 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/03	132	0.02	0.01	27.57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.16	2	0.08	1.42	0.2444
grupo	0.16	2	0.08	1.42	0.2444
Error	7.03	129	0.05		
Total	7.18	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.10272**

Error: 0.0545 gl: 129

grupo	Medias	n	
b	0.82	71	A
c	0.84	31	A
a	0.91	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p <= 0.05$ )

**Prueba 16. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/03	132	0.03	0.01	27.50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.19	2	0.09	1.74	0.1790
esquema	0.19	2	0.09	1.74	0.1790
Error	6.99	129	0.05		
Total	7.18	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.09967**

Error: 0.0542 gl: 129

esquema	Medias	n
---------	--------	---

2	0.81	50	A
1	0.85	52	A
3	0.91	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p < 0.05$ )

**Prueba 17. Análisis de la varianza. Variable: Área de las fincas según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Area	132	0.01	0.00	110.88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1102.46	2	551.23	0.37	0.6881
grupo	1102.46	2	551.23	0.37	0.6881
Error	189659.75	129	1470.23		
Total	190762.21	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=16.87559**

Error: 1470.2306 gl: 129

grupo	Medias	n	
c	32.11	31	A
b	33.45	71	A
a	39.82	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p < 0.05$ )

**Prueba 18. Análisis de la varianza. Variable: Área de las fincas según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Area	132	0.01	0.00	110.86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1170.15	2	585.07	0.40	0.6724
esquema	1170.15	2	585.07	0.40	0.6724
Error	189592.06	129	1469.71		
Total	190762.21	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=16.41053**

Error: 1469.7059 gl: 129

esquema	Medias	n	
1	32.04	52	A
2	34.09	50	A
3	39.82	30	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p < 0.05$ )

**Prueba 19. Prueba T para muestras Independientes. Variables: Accesibilidad a las fincas según puntos promedio por hectárea 2003, 2004 y puntos de incremento por hectárea 2004.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Accesib	P/Ha/03	{0.00}	{1.00}	4	128	0.71	0.85	-1.19	0.2375
Accesib	P/Ha/04	{0.00}	{1.00}	4	128	1.02	1.07	-0.40	0.6923
Accesib	PIncr/Ha	{0.00}	{1.00}	4	128	0.31	0.22	1.02	0.3074

**Prueba 20. Prueba T para muestras Independientes. Variable:  
Residencia o no dentro de los predios de las fincas.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Reside	P/Ha/03	{0.00}	{1.00}	53	79	0.84	0.85	-0.15	0.8788
Reside	P/Ha/04	{0.00}	{1.00}	53	79	1.09	1.05	0.91	0.3668
Reside	PIncr/Ha	{0.00}	{1.00}	53	79	0.24	0.20	1.29	0.1998

**Prueba 21. Análisis de la varianza. Variable: Capita total, según puntos promedio por hectárea 2003.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/03	132	0.05	0.03	27.29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.35	3	0.12	2.17	0.0944
capit	0.35	3	0.12	2.17	0.0944
Error	6.83	128	0.05		
Total	7.18	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.11427**

Error: 0.0534 gl: 128

capit	Medias	n		
medio	0.80	24	A	
alto	0.81	28	A	B
medio bajo	0.82	34	A	B
bajo	0.92	46		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 22. Análisis de la varianza. Variable: Capita total según puntos promedio por hectárea 2004.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/04	132	0.05	0.03	20.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.35	3	0.12	2.34	0.0761
capit	0.35	3	0.12	2.34	0.0761
Error	6.33	128	0.05		
Total	6.68	131			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.10999**

Error: 0.0495 gl: 128

capit	Medias	n		
alto	0.98	28	A	
medio	1.06	24	A	B
medio bajo	1.07	34	A	B
bajo	1.12	46		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )



## Pruebas para datos correspondientes a Nicaragua

**Prueba 23. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento por finca 2004 según grupo.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	Incrementen	{a}	{b}	29	30	8.16	4.58	1.47	0.1489
grupo	Incrementen	{a}	{c}	29	76	8.16	5.86	0.96	0.3454
grupo	Incrementen	{b}	{c}	30	76	4.58	5.86	-0.93	0.3568

**Prueba 24. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según grupo.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	P/Ha/03	{a}	{b}	29	30	0.55	0.77	-3.55	0.0008
grupo	P/Ha/03	{a}	{c}	29	76	0.55	0.78	-4.25	<0.0001
grupo	P/Ha/03	{b}	{c}	30	76	0.77	0.78	-0.28	0.7787

**Prueba 25. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según grupo.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	P/Ha/04	{a}	{b}	29	30	0.73	0.92	-3.02	0.0038
grupo	P/Ha/04	{a}	{c}	29	76	0.73	0.96	-4.62	<0.0001
grupo	P/Ha/04	{b}	{c}	30	76	0.92	0.96	-0.95	0.3453

**Prueba 26. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento promedio por hectárea 2004 según grupo.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
grupo	PIncr/Ha	{a}	{b}	27	30	0.22	0.15	2.07	0.0434
grupo	PIncr/Ha	{a}	{c}	27	74	0.22	0.19	0.74	0.4617
grupo	PIncr/Ha	{b}	{c}	30	74	0.15	0.19	-1.33	0.1880

**Prueba 27. Prueba T para muestras Independientes. Variable. Punto de incremento por finca 2004 según esquema de pago.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Esquema	Incrementen	{1.00}	{2.00}	75	31	6.08	4.07	1.24	0.2161
Esquema	Incrementen	{1.00}	{3.00}	75	29	6.08	8.16	-0.87	0.3905
Esquema	Incrementen	{2.00}	{3.00}	31	29	4.07	8.16	-1.60	0.1163

**Prueba 28. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según esquema de pago**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Esquema	P/Ha/03	{1.00}	{2.00}	75	31	0.79	0.758	0.81	0.4178
Esquema	P/Ha/03	{1.00}	{3.00}	75	29	0.79	0.55	4.65	<0.0001
Esquema	P/Ha/03	{2.00}	{3.00}	31	29	0.75	0.55	2.98	0.0043

**Prueba 29. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Esquema	P/Ha/04	{1.00}	{2.00}	75	31	0.96	0.92	0.85	0.3980
Esquema	P/Ha/04	{1.00}	{3.00}	75	29	0.96	0.73	4.82	<0.0001
Esquema	P/Ha/04	{2.00}	{3.00}	31	29	0.92	0.73	2.90	0.0053

**Prueba 30. Prueba T para muestras Independientes. Variable: Puntos de incremento por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	T	p
Esquema	PIncr/Ha	{1.00}	{2.00}	75	29	0.17	0.20	-0.58	0.5650
Esquema	PIncr/Ha	{1.00}	{3.00}	75	27	0.17	0.22	-1.42	0.1591
Esquema	PIncr/Ha	{2.00}	{3.00}	29	27	0.20	0.22	-0.49	0.6268

**Prueba 31. Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento por finca 2004 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incrementen	135	0.02	4.4E-03	143.65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197.43	2	98.71	1.30	0.2762
grupo	197.43	2	98.71	1.30	0.2762
Error	10029.42	132	75.98		
Total	10226.85	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=3.83465**

Error: 75.9805 gl: 132

grupo	Medias	n
b	4.58	30
c	5.86	76
a	8.16	29

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

**Prueba 32. Análisis de la varianza. Variable: Puntaje 2003 por finca según grupo.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Punto03	135	0.01	0.00	85.95

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	538.69	2	269.35	0.66	0.5166
grupo	538.69	2	269.35	0.66	0.5166
Error	53562.03	132	405.77		
Total	54100.72	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=8.86167**

Error: 405.7729 gl: 132

grupo	Medias	n
b	22.05	30
c	22.54	76
a	27.24	29

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)

**Prueba 33. Análisis de la varianza. Variable: Puntaje 2004 por finca según grupo.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Punto04	135	0.02	8.0E-04	85.83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1351.50	2	675.75	1.05	0.3515
grupo	1351.50	2	675.75	1.05	0.3515
Error	84645.93	132	641.26		
Total	85997.43	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=11.14013**

Error: 641.2571 gl: 132

grupo	Medias	n	
b	26.62	30	A
c	28.39	76	A
a	35.40	29	A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)*

**Prueba 34. Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento por finca 2004 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incrementen	135	0.02	0.01	143.26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	251.15	2	125.57	1.66	0.1938
Esquema	251.15	2	125.57	1.66	0.1938
Error	9975.71	132	75.57		
Total	10226.85	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=3.81192**

Error: 75.5735 gl: 132

Esquema	Medias	n	
2.00	4.07	31	A
1.00	6.08	75	A
3.00	8.16	29	A

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0.05)*

**Prueba 35. Análisis de la varianza. Variable: Puntaje por finca 2003 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Punto03	135	0.02	0.01	85.45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1154.54	2	577.27	1.44	0.2408
Esquema	1154.54	2	577.27	1.44	0.2408
Error	52946.18	132	401.11		
Total	54100.72	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=8.78193**

Error: 401.1075 gl: 132

Esquema	Medias	n	
2.00	18.63	31	A
1.00	23.95	75	A
3.00	27.24	29	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 36. Análisis de la varianza. Variable: Puntaje por finca 2004 según esquema de pago.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Punto04	135	0.03	0.01	85.26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2464.07	2	1232.04	1.95	0.1468
Esquema	2464.07	2	1232.04	1.95	0.1468
Error	83533.36	132	632.83		
Total	85997.43	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=11.03068**

Error: 632.8285 gl: 132

Esquema	Medias	n	
2.00	22.70	31	A
1.00	30.04	75	A
3.00	35.40	29	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 37. Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PIncr/Ha	131	0.01	0.00	81.05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	2	0.02	0.90	0.4109
Esquema	0.04	2	0.02	0.90	0.4109
Error	2.97	128	0.02		
Total	3.01	130			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.06834**

Error: 0.0232 gl: 128

Esquema	Medias	n	
1.00	0.17	75	A
2.00	0.20	29	A
3.00	0.22	27	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 38. Análisis de la varianza. Variable: Puntos de incremento promedio por hectárea 2004 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PIncr/Ha	131	0.02	4.7E-03	80.79

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	1.31	0.2739
grupo	0.06	2	0.03	1.31	0.2739
Error	2.95	128	0.02		
Total	3.01	130			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.06790**

Error: 0.0230 gl: 128

grupo	Medias	n	
b	0.15	30	A
c	0.19	74	A
a	0.22	27	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 39. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/04	135	0.14	0.13	24.86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.12	2	0.56	11.08	<0.0001
grupo	1.12	2	0.56	11.08	<0.0001
Error	6.69	132	0.05		
Total	7.82	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.09905**

Error: 0.0507 gl: 132

grupo	Medias	n	
a	0.73	29	A
b	0.92	30	B
c	0.96	76	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 40. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2004 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/04	135	0.14	0.13	24.88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.12	2	0.56	10.99	<0.0001
Esquema	1.12	2	0.56	10.99	<0.0001
Error	6.70	132	0.05		
Total	7.82	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.09879**

Error: 0.0508 gl: 132

Esquema	Medias	n		
3.00	0.73	29	A	
2.00	0.92	31		B
1.00	0.96	75		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 41. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 por grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/03	135	0.13	0.12	33.68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.21	2	0.61	10.09	0.0001
grupo	1.21	2	0.61	10.09	0.0001
Error	7.95	132	0.06		
Total	9.16	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.10794**

Error: 0.0602 gl: 132

grupo	Medias	n		
a	0.55	29	A	
b	0.77	30		B
c	0.78	76		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 42. Análisis de la varianza. Variable: Puntos promedio por hectárea 2003 según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
P/Ha/03	135	0.14	0.12	33.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.25	2	0.62	10.41	0.0001
Esquema	1.25	2	0.62	10.41	0.0001
Error	7.91	132	0.06		
Total	9.16	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=0.10736**

Error: 0.0599 gl: 132

Esquema	Medias	n		
3.00	0.55	29	A	
2.00	0.75	31		B
1.00	0.79	75		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 43. Análisis de la varianza. Variable: Área de las fincas según grupo.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Area	135	0.06	0.05	81.33

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6405.00	2	3202.50	4.29	0.0157
grupo	6405.00	2	3202.50	4.29	0.0157
Error	98648.01	132	747.33		
Total	105053.01	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=12.02628**

Error: 747.3334 gl: 132

grupo	Medias	n	
b	28.16	30	A
c	30.80	76	A
a	46.63	29	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

**Prueba 44. Análisis de la varianza. Variable: Área de las fincas según esquema de pago.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Area	135	0.07	0.05	81.13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6883.35	2	3441.67	4.63	0.0114
Esquema	6883.35	2	3441.67	4.63	0.0114
Error	98169.66	132	743.71		
Total	105053.01	134			

**Test:LSD Fisher Alfa:=0.05 DMS:=11.95807**

Error: 743.7095 gl: 132

Esquema	Medias	n	
2.00	26.27	31	A
1.00	31.62	75	A
3.00	46.63	29	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )