



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

ESCUELA DE POSGRADO

**Análisis económico para entender la forma en que se asignan los
bosques y otros usos de la tierra en el Corredor Biológico San Juan La
Selva, Costa Rica**

por

María Lixmania Pitacuar Meneses

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


Magister Scientiae en Socioeconomía Ambiental

Turrialba, Costa Rica, 2010

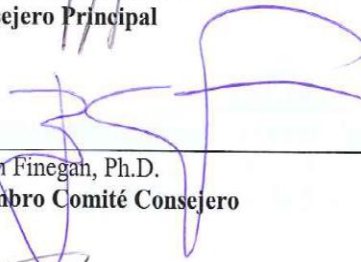
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN SOCIOECONOMÍA AMBIENTAL

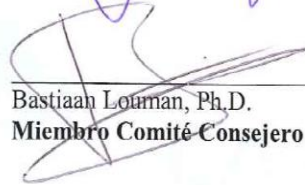
FIRMANTES:



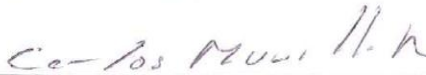
Guillermo Navarro, Ph.D.
Consejero Principal



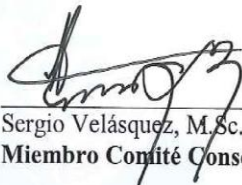
Bryan Finegan, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



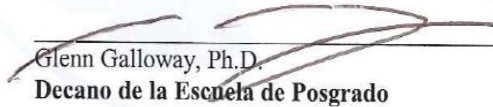
Bastiaan Louman, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Carlos Murillo, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Sergio Velásquez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



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



María Lixmania Pitacuar Meneses
Candidata

DEDICATORIA

Este logro va dedicado:

A mi Padre del Cielo por darme la fortaleza, la sabiduría y la inteligencia para terminar con éxito esta nueva fase de mi vida

A la memoria de madre, por sus bendiciones derramadas desde el cielo

A la persona más importante de mi vida Mi Padre, mi motivo de inspiración y fuerza para alcanzar mis sueños

A mis hermanos por todo su apoyo y amor

A la persona más dulce y tierna mi querida abuelita

A mis tíos maternos por su apoyo incondicional

A Aníbal por su comprensión, paciencia y amor.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas e instituciones que hicieron posible que mi trabajo haya culminado con éxito.

Al Banco Mundial por el apoyo económico que me permitió llevar a cabo mis estudios de maestría.

Al Proyecto IAI CRN II 2015, financiado por el Instituto Interamericano para el Cambio Global (a su vez financiado por *US National Science Foundation, Grant GEO-0452325*) por el apoyo económico, que hizo posible que la investigación se realice con éxito.

A Guillermo Navarro, consejero principal por sus sabios consejos, motivación y apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación.

A Sergio Velásquez por sus enseñanzas, apoyo y guía en el trabajo de SIG. A Carlos Murillo, Bastiaan Louman y Bryan Finegan por sus aportes e invaluable sugerencias para llevar a cabo este documento. A Fernando Casanoves por la revisión del documento.

A la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), por la valiosa ayuda brindada durante la fase de campo, gracias a su apoyo fue posible culminar a tiempo esta ardua tarea.

Al Centro Científico Tropical (CCT), especialmente a Gisselle Monge por su interés en la investigación y apoyo desinteresado.

*“El bosque puede vivir sin el hombre ...
¿pero puede el hombre vivir sin el bosque?....”*

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO	V
RESUMEN	VIII
SUMMARY	X
ÍNDICE DE CUADROS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XIV
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos del estudio	4
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.2 Preguntas de investigación.....	4
2 MARCO CONCEPTUAL	6
2.1 Políticas forestales de Costa Rica	6
2.2 Mecanismos de financiamiento forestal	9
2.2.1 <i>Programa de pago por servicios ambientales (PSA)</i>	10
2.3 Contexto del manejo de bosques en Costa Rica	12
2.4 Situación de la cobertura forestal.....	14
2.5 Efecto de las actividades productivas sobre la biodiversidad.....	14
2.5.1 <i>Aporte de biodiversidad de los bosques naturales y usos alternativo de la tierra</i>	16
2.5.1.1 Bosques naturales	16
2.5.1.2 Árboles dispersos y cercas vivas.....	16
2.5.1.3 Las plantaciones forestales.....	17
2.5.1.4 Los cultivos de piña y banano	17
2.6 Teorías de localización	18

2.6.1	<i>Teoría de localización de Johann Heinrich Von Thünen</i>	18
2.6.2	<i>Descripción del modelo</i>	20
2.6.3	<i>Gradiente de la renta de la tierra</i>	21
2.7	Teoría de inversiones	22
2.7.1	<i>La tasa mínima aceptable (TMA) de descuento</i>	23
3	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1	Descripción del área de estudio	25
3.1.1	<i>Principales usos de la tierra</i>	26
3.1.2	<i>Tipos de bosque</i>	27
3.2	Caracterización y selección del área de estudio.....	27
3.2.1	<i>Recolección de información</i>	28
3.2.2	<i>Selección de las fincas a entrevistar</i>	28
3.3	Ubicación espacial de los bosques y otros usos de la tierra.....	29
3.3.1	<i>Clasificación de los usos del suelo</i>	29
3.3.2	<i>Determinación de los anillos concéntricos de Von Thünen</i>	30
3.4	Análisis de inversiones	31
3.4.1	<i>Análisis económico del bosque natural</i>	31
3.4.2	<i>Análisis económico de usos alternativos de la tierra</i>	32
3.4.3	<i>Precios de la tierra</i>	33
3.4.4	<i>Valoración del activo tierra para cada sistema productivo evaluado</i>	33
3.4.5	<i>Determinación del valor del bosque (VB)</i>	35
	3.4.5.1 <i>Determinación de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento</i>	35
3.4.6	<i>Determinación del análisis de sensibilidad para bosque</i>	36
	3.4.6.1 <i>Variación de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento</i>	36
	3.4.6.2 <i>Variación en el precio implícito de la madera en pie (PIMP)</i>	37
	3.4.6.3 <i>Variación en la forma de pago de servicios ambientales (PSA)</i>	38
3.4.7	<i>Determinación del análisis de sensibilidad de usos alternativos de la tierra</i> ..	38
3.4.8	<i>Análisis multifuncional del bosque</i>	39

	3.4.8.1	Determinación del monto de compensación de PSA	41
4		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
	4.1	Caracterización del paisaje en estudio	43
	4.2	Caracterización de los propietarios de la tierra.....	45
	4.3	Descripción de los usos del suelo	47
	4.4	Evidencias de organización de los usos del suelo y de los remanentes de bosque en el paisaje.....	49
	4.4.1	<i>Determinación de los anillos de Von Thünen</i>	50
	4.5	Análisis de inversiones del bosque natural y usos alternativos del suelo	53
	4.5.1	<i>Análisis de inversiones del bosque natural tropical</i>	54
	4.5.1.1	Análisis de sensibilidad	56
	4.5.2	<i>Análisis de inversiones de plantaciones forestales</i>	59
	4.5.2.1	Análisis de sensibilidad	59
	4.5.3	<i>Análisis de inversiones de la ganadería</i>	60
	4.5.3.1	Análisis de sensibilidad	61
	4.5.4	<i>Análisis de inversiones del cultivo de banano y piña</i>	62
	4.5.4.1	Análisis de sensibilidad del cultivo de banano y piña.....	63
	4.5.5	<i>Interacción de los usos del suelo con relación a la distancia del mercado y a la TMA</i>	65
	4.6	Determinación del monto de compensación para los dueños de bosque	67
	4.6.1	<i>Costo de oportunidad de la tierra y montos a compensar por anillo a los propietarios con bosque natural</i>	69
	4.6.2	<i>Montos totales para mantener los bosques en el CBSJLS</i>	74
	4.7	Montos mínimos de PSA para lograr la rentabilidad del manejo de bosque	75
5		CONCLUSIONES	77
	5.1	Organización espacial	77
	5.2	Factores de ubicación de las actividades productivas.....	77
	5.3	Mecanismo de compensación	78
6		BIBLIOGRAFÍA	79
7		ANEXOS	86

PITACUAR MENESES, M. L. 2010. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA ENTENDER LA FORMA EN QUE SE ASIGNAN LOS BOSQUES Y OTROS USOS DE LA TIERRA EN EL CORREDOR BIOLÓGICO SAN JUAN LA SELVA, COSTA RICA

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la distribución espacial de los bosques y otros usos del suelo que se desarrollan en el Corredor Biológico San Juan La Selva, Costa Rica, se realizó una aplicación de la teoría de Von Thünen, quien demostró que la ubicación espacial de los usos del suelo está en función de los costos de transporte. Mediante datos socioeconómicos recolectados en campo y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se analizó la ubicación y el grado de intensidad de las actividades productivas alrededor del mercado central. Asimismo, mediante el método del valor esperado de la tierra (VET), se realizó un análisis de inversiones del bosque bajo manejo forestal y de usos alternativos que compiten con esta actividad como el cultivo de piña y banano, las plantaciones forestales de *Gmelina arborea* y el ganado de carne y doble propósito. Adicionalmente, con el método *simple betterness* se calculó el costo de oportunidad de tener un servicio ambiental de biodiversidad y renunciar a la actividad alternativa mínima.

Los resultados mostraron que existen evidencias de ubicación espacial de los usos del suelo con relación al mercado. Los usos del suelo más intensivos como el cultivo de piña y banano por los altos costos de transporte en mano de obra, insumos y productos se concentran en los anillos próximos al mercado central y a medida que los anillos se alejan del mercado se ubican usos de carácter extensivo como el bosque *Pentaclethra macroloba* - *palmas* y *Pentaclethra macroloba* - *Carapa guianensis*, debido a que se usa con baja intensidad una vez cada 15 años. También, se encontró que cada anillo comparte con varios usos del suelo y no de manera simplista con un único uso como lo menciona Von Thünen en su teoría; siendo esta la forma como se manifestó la teoría en la realidad costarricense.

El análisis de la eficiencia económica de las actividades productivas determinó que el manejo de bosque no es una actividad rentable como uso competitivo de la tierra con respecto a actividades alternativas como la piña, el banano, la ganadería y las plantaciones forestales de melina. Esta escasa rentabilidad de los bosques los ha desplazado a lugares más alejados del

mercado, motivados por la alta rentabilidad de usos alternativos que representan altos costo de oportunidad de la tierra en que se ubica el bosque. Además, se estableció que los montos de compensación por los servicios ambientales que brindan los bosques son menores al valor que FONAFIFO paga actualmente.

Palabras claves: Von Thünen, corredor biológico, rentabilidad, pago por servicios ambientales, costo de oportunidad, valor esperado de la tierra, simple betterness.

PITACUAR MENESES, M. L. 2010. ECONOMIC ANALYSIS FOR UNDERSTANDING THE ASSIGNMENT OF FORESTS AND OTHER USES OF LAND IN THE SAN JUAN LA SELVA BIOLOGICAL CORRIDOR, COSTA RICA

SUMMARY

In order to determine the spatial distribution of forests and other land uses that are developed in the San Juan La Selva, Biological Corridor in Costa Rica, the von Thünen's model was applied, since it demonstrates that the spatial location of land use is a function of transportation cost. Socio-economic data was collected in the field and the use of Geographic Information Systems (GIS) examined the location and intensity of production activities in the central market. Also, using the land expectation value method (LEV), there was an analysis of forest investment under forest management and alternative uses that compete with this activity such as cultivation of pineapple and banana, forest plantation of *Gmelina arborea* and the beef cattle and dual purpose. Additionally, the simple betterness methods were used to calculate the opportunity cost of having biodiversity environmental services and waive the minimum alternative activity.

The results showed evidence of spatial location of land uses relative to the market. The most intensive land uses as cultivation of pineapple and banana by high transport costs in labor, inputs and outputs are concentrated in the rings around the central market and as the rings are located away from the market uses for the extensive as forest *Pentaclethra macroloba* - palms y *Pentaclethra macroloba* - *Carapa guianensis*, because low intensity is used once every 15 years. Also, each ring shares several land uses and not simplistically with a single use, as mentioned by von Thünen's in his theory, being the way it is expressed in the Costa Rican reality theory.

The analysis of economic efficiency of production activities determined that forest management is not profitable and competitive land use with respect to alternative activities such as pineapple, banana, livestock and forest plantations. This low return of forests has shifted to places away from the market, motivated by the high profitability of alternative uses that represent high opportunity cost of the land where the forest is located. Furthermore, the

study revealed that the amounts of compensation for environmental services provided by forests are less than the value currently pays FONAFIFO.

Key words: Von Thünen, biological corridor, profitability, payment for environmental services, opportunity cost, land expectation value, simple betterness.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Costos de aprovechamiento forestal para bosque natural tropical en Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica	32
Cuadro 2. Datos de tasa de interés e inflación para el cálculo de la tasa de descuento	36
Cuadro 3. Índice de biodiversidad por tipo de uso de la tierra según sus potenciales de conservar la biodiversidad	40
Cuadro 4. Descripción y superficie de los usos de la tierra presentes en el área de estudio	49
Cuadro 5. Isolíneas de igual tiempo de viaje, mostrando la distribución porcentual de los bosques y usos alternativos que se desarrollan en el CBSJLS, de Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica.....	50
Cuadro 6. Rentabilidad del manejo de bosque gabilán-palmas y gabilán-caobilla y de usos alternativos del suelo que se desarrollan en Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica	54
Cuadro 7. Análisis de sensibilidad “ceteris paribus” del VB según cambios en la tasa de descuento, precio implícito de la madera y PSA para el bosque gabilán-palmas y gabilán-caobilla.....	57
Cuadro 8. Análisis de sensibilidad con respecto a variaciones en la tasa de descuento, costo de transporte y pago de PSA por 5 años para Gmelina arborea, en Puerto Viejo de Sarapiquí	59
Cuadro 9. Análisis de sensibilidad tomando en cuenta variaciones en la tasa de descuento, precio implícito del producto en la finca y precio de la mano de obra para ganadería de carne y doble propósito	62
Cuadro 10. Análisis de sensibilidad de cultivo de banano y piña considerando cambios en la tasa de descuento, en el costo de transporte y en la mano de obra	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio	25
Figura 2. Descripción del área de estudio.....	44
Figura 3. Anillos irregulares de Von Thünen mostrando la distribución de los bosques y usos alternativos del suelo respecto al mercado central de Puerto Viejo de Sarapiquí	52
Figura 4. Análisis de sensibilidad del banano, piña, plantación de melina, ganado de carne y doble propósito, bosque 1 y bosque 3 con relación a la distancia del mercado.....	65
Figura 5. Análisis de sensibilidad del banano, piña, plantación de melina, ganado de carne y doble propósito, bosque 1 y bosque 3 con relación a las tasas de descuento.....	66
Figura 6. Método de la mejoría simple mostrando la rentabilidad de los usos del suelo y su aporte de biodiversidad	67
Figura 7. Distribución espacial de los usos del suelo por anillo a través del método de la mejoría simple.....	71

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AFE	Administración Forestal del Estado
CAF	Certificado de Abono Forestal
CAFA	Certificado de Abono Forestal por Adelantado
CAFMA	Certificado de Abono Forestal para Manejo del Bosque
CBSJLS	Corredor Biológico San Juan La Selva
CC	Ciclo de Corta
CORBANA	Corporación Bananera Nacional
CPB	Certificado para la Protección del Bosque
FF	Fórmula de Faustmann
FUNDECOR	Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central
MFS	Manejo Forestal Sostenible
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
PIMP	Precio Implícito de la Madera en Pie
PMT	Pulgada Maderera Tica
PSA	Pago por Servicios Ambientales
PP	Parcelas Permanentes
SA	Servicios Ambientales
SAF	Sistemas Agroforestales
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SEF	Servicios Ecosistémicos Forestales
TMA	Tasa Mínima Aceptable de Descuento
VC	Valor del Cultivo
VB	Valor del Bosque
VET	Valor Esperado de la Tierra

1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales son fundamentales para sustentar la vida en la tierra, sin embargo, la superficie con bosques en el mundo continúa reduciéndose, generando un alto costo para la sociedad. La pérdida de bosques ha reducido la capacidad de suministrar bienes y servicios, tales como protección de suelos y aguas, la mitigación del cambio climático, la protección de la biodiversidad y la belleza escénica. Estos servicios ambientales forestales (SEF) han sido afectados, por la degradación y eliminación de la cobertura forestal para la expansión agrícola, la extracción de madera y la extensión de infraestructuras, influenciadas por factores demográficos, económicos, tecnológicos, políticos y culturales. La deforestación, principalmente, para convertir los bosques en tierras agrícolas y pecuarias, prosigue a un ritmo alarmante estimándose a nivel mundial una pérdida de 8 millones de hectáreas de bosque al año (FAO 2007), representando una gran amenaza para los bosques, los humedales y la biodiversidad.

Costa Rica, no ha sido la excepción al igual que los demás países del mundo ha venido sufriendo un proceso de deterioro de sus recursos naturales (MINAE 2000). Históricamente, fue uno de los países latinoamericanos con mayor tasa de deforestación, en la década de los cincuenta a setenta más de 50 mil hectáreas de bosque se deforestaban anualmente, para dar paso a actividades más productivas como la agricultura y la ganadería extensiva (Watson *et al.* 1998); es así, que al iniciar la década de los ochenta había perdido más de la mitad de su cubierta forestal (Chaves y Rosero s.f), solamente un 31.1% del país estaba con algún tipo de cobertura forestal. Esta amenaza contra los bosques dio origen al surgimiento de iniciativas en las políticas nacionales para revertir los daños causados e iniciar procesos de conservación y restauración (Castro y Villanueva 2008).

En 1979, para contrarrestar los efectos de la deforestación el gobierno inicia la primera generación de incentivos dirigidos mayormente hacia la reforestación. En los años 90 el enfoque se cambió hacia el buen manejo de los bosques de producción, y desde 1996 a la conservación y a los servicios ambientales mediante la creación del pago por servicios ambientales (PSA), compensación monetaria a los propietarios de tierra con bosque por proteger los servicios ambientales que estos proveen (Watson *et al.* 1998; MINAE 2003).

Mecanismo manejado por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), organización gubernamental destinada a promover el desarrollo rural sostenible entre las pequeñas y medianas propiedades de tierra, centrando sus esfuerzos en las áreas silvestres protegidas y los corredores biológicos.

En los últimos años, el reconocimiento de las aportaciones económicas, sociales, culturales y ambientales de los bosques y la actividad forestal ha aumentado considerablemente, sin embargo, ese valor no se ve reflejado en más altos rendimientos económicos para los dueños de las tierras donde se encuentran esos ecosistemas (Whiteman 2003; FAO 2005b). La principal causa es el aumento en los costos del manejo forestal debido a la excesiva tramitología y requisitos técnicos necesarios para la aprobación de permisos y el control de la actividad (Campos *et al.* 2007), restricciones que provocan disminución de la rentabilidad y que el manejo forestal no sea una actividad competitiva como uso de la tierra. Impulsando a los madereros y propietarios de tierras a convertir sus bosques en potreros para acceder a la madera y cambiar el uso de la tierra a otras actividades alternativas más rentables como la producción de piña, banano, ganadería y plantaciones forestales, entre otros. A estas medidas se suma la exclusión del manejo forestal del pago por servicios ambientales, lo que hace que se genere más presión sobre el recurso forestal y una desvalorización económica del bosque y de los bienes que brinda a la sociedad. La legislación actual no le da al productor opciones para continuar protegiendo el bosque a largo plazo, manteniendo su rentabilidad y valor como bien de capital para poder competir con otros usos de la tierra

La baja percepción de la rentabilidad del bosque como uso del suelo va a redundar en una baja aceptación social del manejo forestal sostenible (MFS) por parte de los propietarios de él, y esto influirá en que se inicien procesos de conversión de tierras (deforestación) con el propósito de buscar actividades que maximicen la rentabilidad, provocando mayores impactos a nivel de paisaje, erosión y pérdida de capacidad productiva de los suelos, teniendo como resultado la fragmentación de ecosistemas. Por lo tanto, el manejo forestal además de ser ecológicamente sostenible, debe ser económicamente atractivo (Campos *et al.* 2007), de modo que incentive al propietario a proteger su recurso forestal y a desistir de prácticas ilegales y/o cambiar el uso del suelo

En este contexto, cuando una actividad genera importantes beneficios socioeconómicos, pero con una rentabilidad menor que otras actividades (agrícolas o ganaderas), para enfrentar este tipo de preferencias es necesario que se fomente la producción de madera y otros productos no maderables en los bosques, a través de instituciones de mercado garantizando las condiciones de las inversiones forestales, seguridad jurídica y facilitando la inversión y el acceso a estos mercados; de igual manera, fomentar la provisión de servicios ambientales que generan bienes públicos a través de instituciones políticas (FONAFIFO) que provean incentivos a los dueños de bosque por los beneficios generados, haciendo más probable que elijan ese uso del suelo en vez de otro. Ya que cuando un propietario decide cambiar el uso de suelo de su bosque está tomando en cuenta lo que ganaría dedicar su tierra a la actividad agrícola o ganadera, comparado con lo que obtendría de seguir utilizando su bosque de la manera actual. Por lo tanto, la cantidad de compensación no debería ser menor que el costo de oportunidad del usuario de la tierra, y no mayor que el valor de los beneficios tales como la conservación de la biodiversidad. Asimismo, el pago por servicios ambientales deberían ser por largo plazo en vez de finito, dado que los servicios ambientales son generados por un largo periodo de tiempo.

La presente investigación, tiene como objetivo determinar cómo se encuentran ubicados los remanentes de bosque en el paisaje, así como, la rentabilidad económica del manejo del bosque y de actividades alternativas del uso de la tierra (piña, banano, ganadería y plantaciones forestales) que crean presión sobre los bosques del Corredor Biológico San Juan La Selva. El estudio se enfocó en el análisis económico-espacial desarrollado originalmente por Von Thünen en 1826 en su obra el "estado aislado", quien toma en cuenta la ubicación de los usos de la tierra en el paisaje con respecto a la distancia al mercado central, para ello, se estableció la existencia de un centro de actividad económica (Puerto Viejo de Sarapiquí) y se determinó cómo la rentabilidad varía a medida que pasamos de lugares cercanos a este centro a lugares que son más remotos. Asimismo, se estableció un mecanismo sobre el cual se valoran los servicios ambientales de los bosques y a la vez los montos de compensación para que el bosque gabilán-palmas y bosque gabilán-caobilla puedan coexistir en el paisaje independientemente de las fuerzas del mercado.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Determinar la forma en que se asignan los diferentes usos de la tierra en el paisaje a través del mercado (producción de bienes privados) y cómo esto afecta la presencia de los diferentes tipos de bosques y la oferta de servicios ecosistémicos (bienes públicos) en el Corredor Biológico San Juan La Selva

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo la ubicación de los usos de la tierra afecta la asignación de los diferentes tipos de bosque y la provisión de servicios ecosistémicos.
- Establecer los factores que determinan la ubicación de los diferentes usos de la tierra con relación al mercado.
- Identificar los mecanismos de compensación que se requieren para proteger los servicios ecosistémicos a nivel de paisaje para la sociedad.

1.2 Preguntas de investigación

- ¿Se ubican los diferentes usos de la tierra del CBSJLS conforme a la teoría de localización de Von Thünen o en qué forma se encuentran asignados, especialmente los bosques naturales?
- ¿A dónde desplaza el mercado los bosques?
- ¿Cuáles son los factores que influyen para que el cultivo de piña, banano, plantaciones forestales y ganadería se encuentren ubicados en un sitio y no en otro?
- ¿Con qué mecanismos de gestión pública podemos proteger los servicios ecosistémicos en el contexto del mercado?

- ¿Cuál es el monto de compensación económica (PSA) que se debería pagar a los productores para garantizar la conservación de los bosques y la provisión de servicios ecosistémicos y poder hacerlo competitivo con los demás usos de la tierra (piña, banano y ganadería)?

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Políticas forestales de Costa Rica

Durante la época precolombina (1500-1800), Costa Rica contaba con un 98-99% de bosques. Se estima que durante la época de la colonia de 1800 a 1900, solamente un 10% del territorio nacional estaba bajo cultivos, potreros y otros usos (Tosi 1974). A pesar de la abundancia y la riqueza del recurso forestal, las estrategias de desarrollo subordinaron la presencia de los bosques a la colonización de tierras para la expansión agropecuaria, el abastecimiento de leña, madera y el desarrollo de infraestructura. Por lo tanto, se da un proceso de pérdida de cobertura, especialmente entre 1900 y 1968 (MINAE *et al.* 2003).

Los factores principales que determinaron esta situación es que en esta época no existía una política forestal y las directrices generadas permitían interpretar que las áreas boscosas se percibían como tierras para otros usos. La tala y quema de bosques era una práctica común, entendida y aceptada por la sociedad hasta inicios de la década de los 80. Para 1950 la cobertura forestal se había reducido a un 72% del territorio nacional (Watson *et al.* 1998)

Durante el periodo de 1950 a 1970, se da el acaparamiento de grandes extensiones de tierra por parte de los terratenientes y accesos a crédito e incentivos para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. La industria de la madera se beneficia del proceso antes mencionado con el exceso de madera a bajo costo producto de la conversión de bosques a pastizales. Expansión del café dentro del sector económico, gracias los incrementos en los precios internacionales (Watson *et al.* 1998).

En 1969 se aprobó la primera Ley Forestal 4465 del país, la misma crea un esquema que promueve la conservación de las áreas de interés ecológico, científico o arqueológico mediante la protección absoluta de estos terrenos; establece mecanismos de aprovechamiento de bosques en terrenos de propiedad privada y estatal. Las acciones de protección consisten en la prohibición de la tala en las orillas de los cauces de los ríos y zonas de recarga acuífera (MINAE *et al.* 2003). Mediante esta ley se creó también la Dirección General Forestal dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, como órgano del Estado responsable de los bosques.

Esto constituyó, la primera base institucional de lo que posteriormente se consolidaría como la Administración Forestal del Estado (AFE) (Castro y Villanueva 2008).

Sin embargo, las políticas de expansión de la frontera agrícola siguen creciendo, especialmente, las orientadas a promover la ganadería, que recibe una gran cantidad de subsidios por parte del Estado. De 1950 a 1973 la actividad ganadera pasó de 680,000 hectáreas a 1.558.000, lo que significó una pérdida de 878.000 hectáreas de bosque (MINAE *et al.* 2003)

En el periodo de 1970 a 1990, por una parte continuó las altas tasas de deforestación, principalmente para ganadería extensiva, y por otra, se consolidó el Sistema de Parques Nacionales. La tendencia creciente de la deforestación se mantuvo hasta 1985, cuando el mercado de la carne y derivados de la leche fue menos favorable. Además, se presentó un aumento en el precio y demanda de la madera, lo que inclinó la atención hacia el manejo de bosques.

Al final de este período se agotó la frontera agrícola. La tasa anual de deforestación entre 1973 y 1989 se estima en 31.800 ha, para un total de 508.800 ha de bosque perdido en ese período. En 1990 la cobertura total de bosque se estimó en 1.982.721 ha (cerca del 39% del territorio nacional) (Watson *et al.*1998, MINAE *et al.* 2003).

En 1979, se realizó el primer intento coherente de ir más allá de la colección de algunos decretos contradictorios y leyes forestales para proveer el primer documento comprensivo de política forestal nacional. El resultado fue el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, establecido con el propósito de integrar las diversas actividades del sub-sector forestal con otras actividades socio-económicas. Las acciones se enfocaron en los bosques de protección y reforestación de áreas de vocación forestal; racionalización y eficiencia de la extracción de madera, y acceso al crédito y asistencia técnica para propiciar la utilización de la madera derribada.

La política forestal de este período también fue notable por la introducción de incentivos fiscales y financieros para reforestación, en forma de deducción de impuestos, luego se transformaron en diversos tipos de bonos transferibles y créditos (Watson *et al.*1998).

Un importante desarrollo institucional se da en 1986, al promulgarse la Ley Forestal 7032 que regulaba el aprovechamiento de recursos forestales (Watson *et al.*1998) e introduce el concepto de manejo forestal (MINAE *et al.* 2003).

Durante el periodo de 1990 a 1997, se desarrollan las condiciones operativas para la implementación del manejo forestal y se involucra a los profesionales forestales en el control forestal. Se crea la figura del Regente Forestal y con ésta la Fiscalía Forestal en el Colegio de Ingenieros Agrónomos (MINAE *et al.* 2003).

Desde el punto de vista técnico, se inicia la elaboración de manuales de procedimientos técnicos y administrativos para la formulación y elaboración de los planes de manejo. Igualmente, mejoran las condiciones para el control y seguimiento de dichos planes.

En 1990 la Asamblea Legislativa aprobó la Ley 7174. Sin embargo, la Asamblea creó la Comisión Especial Forestal con el propósito de reformar esta ley, ejerciendo control político de las actividades a cargo de la Dirección General Forestal. Así se inició el proceso que culminaría con la aprobación de la nueva Ley Forestal de 1996. Donde se retomaron los nuevos elementos técnicos para mejorar el concepto de manejo de bosques (Watson *et al.*1998), y se implantan los principios, criterios e indicadores de sostenibilidad para el manejo de bosque (MINAE *et al.* 2003).

Asimismo, esta ley como *principio precautorio* elimina el derecho al uso de la tierra sobre terrenos forestales, estipulando que la cobertura de bosques no puede ser cambiada a ningún otro uso (Watson *et al.* 1998). Pero por otro, se crea el programa de pago por servicios ambientales, que se sustenta en el principio de que los propietarios de bosque y plantaciones forestales, recibirán pagos como medida de *compensación* por los servicios que estos ecosistemas brindan a la sociedad costarricense en particular y la comunidad internacional en general (FONAFIFO 2004).

Además, se crearon nuevos entes públicos que dan una marcada participación al sector privado, tanto en la propuesta de políticas como en la gestión del proceso de implementación de la misma.

2.2 Mecanismos de financiamiento forestal

El Estado costarricense en 1969, con la promulgación de la primera Ley Forestal No.4475, inicia esfuerzos por proteger y restablecer la cobertura forestal del país. Con esta ley se creó un sistema para descontar los gastos de reforestación del impuesto de la renta. Sin embargo, hicieron falta diez años para que en 1979 se pusiera en práctica lo que ésta había previsto en materia de incentivos para el sector forestal (*Watson et al.* 1999; Castro y Villanueva 2008; Sáenz 2008). Por lo general, los propietarios de bosques y terrenos aptos para reforestación no tenían acceso a este incentivo, porque no pagaban impuestos, por lo que sólo empresas o personas que pagan impuesto de la renta utilizaron este sistema (*De Camino et al.* 1999, *MINAE et al.* 2003).

El Sistema de Deducción sobre Impuesto de la Renta para reforestación, fue modificado con la Ley Forestal 7032 de 1986, y sustituido por los Certificados de Abono Forestal (CAF). Certificados que el Estado emitía a aquellas personas que demostraran ante la AFE sus inversiones en proyectos de reforestación. Este mecanismo permitía que los incentivos para reforestación fueran utilizados por una gama más amplia de propietarios de tierra y empresas, creando así mayores oportunidades de participación de la sociedad civil (*Ortiz et al.* 2003; Castro y Villanueva 2008).

Los Créditos Blandos se establecen en 1983 como un incentivo más para apoyar la actividad forestal en el país. El Estado estableció créditos a una tasa de 8% de interés con 10 años de gracia y plazos hasta por 30 años, dependiendo de la especie reforestada. Sin embargo, este incentivo no tuvo acogida por los campesinos (*MINAE et al.* 2003).

En 1988, se crea el Certificado de Abono Forestal por Adelantado (CAFA), que permitía recibir fondos para reforestación antes de establecer la plantación; estaba dirigido a pequeños reforestadores que no contaban con recursos para cubrir estos costos (*Ortiz, 2003; Sáenz 2008*).

El Certificado de Abono Forestal para el Manejo del Bosque (CAFMA) aplicado desde 1992, estaba dirigido a dueños de bosque interesados en dedicarse a la conservación de bosques naturales (*Ortiz et al.* 2003). Este tipo de certificado, cubría todo el ámbito de actividades de

producción forestal, a saber: reforestación; manejo de bosque natural; y protección de bosques. A la vez, permitió promover las actividades forestales para todos los diferentes tipos de propietarios de tierra y tipos de bosque (De Camino *et al.* 1999).

En 1995 nació el Certificado para la Protección del Bosque (CPB), el cual se convirtió en un rotundo éxito entre los distintos incentivos forestales del país, ya que por primera vez el Estado y la sociedad costarricense empiezan a pagar a los propietarios del bosque “simplemente” por protegerlo, reconociendo que este no solo produce madera sino otros bienes y servicios que la sociedad demanda (Sáenz 2008). El CPB es, por tanto, uno de los antecedentes importantes del Programa de Pago de Servicios Ambientales y el punto de inflexión que marca una nueva visión para el fomento de la actividad forestal en el país.

Finalmente, en 1996 mediante la nueva Ley Forestal No.7575 se crea el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Asimismo, mediante el artículo 46 de esta ley se crea el Pago por Servicios Ambientales (PSA), incentivo para la conservación de bosques y servicios ambientales (Castro y Villanueva 2008; Sáenz 2008). FONAFIFO tiene como objetivo garantizar el buen funcionamiento del programa de PSA; coordinar todas las actividades relacionadas con los lineamientos (decretos, manuales de procedimiento de PSA), procedimientos técnicos, estadísticas, trámite de pago a beneficiarios(as) de contratos PSA, evaluación y monitoreo del programa de PSA (FONAFIFO 2009).

2.2.1 Programa de pago por servicios ambientales (PSA)

El PSA es un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través de FONAFIFO, a los y las propietarios(as) y poseedores(as) de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente (Watson *at al.*1998; Camacho *et al.* 2000; FONAFIFO 2009). Wunder (2005) define a los esquemas de PSA como una transacción voluntaria y condicionada en la que hay al menos un vendedor, un comprador y un servicio medioambiental bien definido.

La Ley Forestal 7575, en su artículo 3, inciso k, establece que los servicios ambientales son aquellos que brindan los bosques y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente. Esta ley reconoce cuatro tipos de

servicios ambientales: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción); protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico; protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéutico, de investigación y mejoramiento genético; protección de ecosistemas, formas de vida, y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos (FONAFIFO 2004).

El programa de PSA se ha aplicado bajo cuatro modalidades: protección del bosque, reforestación, manejo del bosque (actualmente suspendido) y sistemas agroforestales (SAF) (Sáenz 2008). El monto que se asigna anualmente al pago de los servicios ambientales para protección de bosque es 320 \$/ha; reforestación 980\$/ha; sistemas agroforestales 1.30 \$/árbol (FONAFIFO 2009). Los incentivos son pagados a los propietarios de tierras por un periodo de cinco años a partir de la firma del contrato, debiendo mantener sus tierras bajo un uso especificado (Watson *et al.*1998). El PSA se financia con fondos públicos recolectados mediante un impuesto al consumo de los combustibles fósiles del 3.5%. Pero en su financiamiento también participan los beneficiarios directos de los servicios ambientales de los bosques y plantaciones, principalmente, empresas hidroeléctricas, embotelladoras de agua y organizaciones internacionales (Ortiz *et al.* 2003).

Los incentivos económicos del PSA buscan incrementar el atractivo de mantener los bosques e influenciar las decisiones de sus propietarios, haciendo que las actividades de producción forestal (reforestación, protección, y de manejo de bosques), se convirtieran en alternativas de producción económicamente viables y más rentables que las actividades tradicionales de uso de la tierra que requieren la eliminación total del bosque (Watson *et al.*1998; Ortiz *et al.* 2003).

FONAFIFO (2009); ONF (2009) mencionan que entre 1997 y el 2008, FONAFIFO compensó los servicios ambientales a 626.498 hectáreas de bosques (casi el 11% del territorio nacional) y a la siembra y cuidado de más de 35 millones de árboles, con una inversión de ¢76.954 millones y la participación de 8.345 propietarios de tierras forestales. Castro y Villanueva (2008) mencionan que cerca de medio millón de hectáreas (10% del territorio nacional) están a la espera de fondos para el pago de PSA. Debido a que los recursos

manejados no son suficientes para abarcar todas las solicitudes de incorporación de tierras y a que muchos propietarios no cumplen con los requisitos legales para demostrar un “derecho de propiedad incuestionable”.

2.3 Contexto del manejo de bosques en Costa Rica

Costa Rica, ha pasado a ser parte de la historia ambiental global, al destacarse como un modelo en el desarrollo de esquemas de manejo, conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales, así como de mecanismos de financiamiento novedosos para el sector forestal (Sáenz 2008).

Sin embargo, la pérdida de bosques es un problema de interés creciente en los diversos sectores de la sociedad y, aunque en el país se han hecho esfuerzos para reducir este proceso, el mismo continúa (Campos *et al.* 2007). En el año 2001, estudios sobre la deforestación y la tala ilegal en Costa Rica determinaron que la deforestación en áreas de bosque natural no se había detenido y que por lo menos una tercera parte de la madera consumida en el país proviene de la tala ilegal (SINAC 2002, MINAE *et al.* 2003), a pesar de los esfuerzos del MINAE, la tala ilegal sigue siendo el problema de desaparición de los bosques y del cambio en el uso del suelo para fines agropecuarios (OET 2008).

Aunque en Costa Rica, el cambio de uso de la tierra de bosque a otros usos está prohibido por la Ley Forestal (No.7575), los procesos de cambio de uso y tala ilegal se han incrementado por las restricciones y limitaciones de esta ley (TNC *et al.* 2005). El principal efecto de la tala ilegal sobre los bosques, es que se están socolando para convertirlos a “sistemas agroforestales forzados”, porque es más fácil y económico obtener un permiso en un área sin bosque, que un permiso para aprovechar un bosque a través de un plan de manejo. Esto genera competencia desleal y desincentivo para la madera proveniente de planes de manejo forestal implementados bajo criterios de sostenibilidad (MINAE *et al.* 2003)

La tala ilegal es un problema complejo que denota una deficiencia institucional y un marco legal que no permite una adecuada aplicación del sistema de verificación del control de la legalidad (Campos *et al.* 2007). Esto se traduce en una serie de barreras (costos directos e indirectos) para que los usuarios forestales, especialmente los más pobres, puedan acceder al

uso legal del recurso forestal. Para acceder a la legalidad de la actividad forestal se consideran tres tipos de costos: primero, los costos de preparación de los estudios técnicos (plan de manejo, inventario forestal) y los costos de conseguir los requisitos legales como certificados notariales y contratos de regencia forestal. Luego, se costean las actividades requeridas para la formalización del permiso de aprovechamiento que considera los costos de transacción y el costo de oportunidad por el retraso en los ingresos netos de la actividad debido a las actividades burocráticas de la AFE encargada de revisar y otorgar los permisos de aprovechamiento. Finalmente, se consideran los costos de la regencia forestal necesaria para poder hacer un aprovechamiento forestal legal (Navarro *et al.* 2006).

Adicionalmente, las regulaciones y restricciones al manejo del bosque natural son excesivas con lo que la rentabilidad disminuye considerablemente, lo que provoca que el manejo no sea una actividad competitiva como uso de la tierra. La legislación actual no le da al productor opciones reales para continuar protegiendo el bosque a largo plazo, manteniendo su rentabilidad y valor como bien de capital para poder competir con otros usos de la tierra (OET 2008).

Por lo tanto, el *principio precautorio* utilizado para proteger los bosques en terrenos privados ha dado resultados opuestos, al crear más presión sobre los bosques naturales y la liquidación temprana de las plantaciones forestales. Si los productores enfrentan estas diferencias, sus preferencias respecto al uso del suelo siempre serán hacia la deforestación y no hacia el manejo forestal sostenible (OET 2008).

En este sentido, es urgente la revisión de los trámites de aprobación de planes de manejo, de los permisos forestales y de los sistemas de control, para orientarlos al desarrollo de un sistema más sencillo, más eficiente y más atractivo para quien desea realizar un buen manejo forestal (MINAE *et al.* 2003). De tal manera, que los mecanismos de control eficientes en contra de la tala ilegal evitarán la competencia desleal de ésta y conducirán a un mercado donde resulte más atractivo para el productor un buen manejo del bosque que el riesgo de la ilegalidad.

El reto de la estrategia de fomento del manejo forestal es la integración exitosa del enfoque técnico, administrativo, económico y social, incorporando conceptos tradicionales y

novedosos, dentro un mismo proceso que garantice la satisfacción del productor forestal con su trabajo en términos éticos y económicos (Campos *et al.* 2007)

2.4 Situación de la cobertura forestal

FONAFIFO *et al.* (2007) menciona que el país continúa experimentando un proceso de recuperación de cobertura forestal. Para el 2005 el porcentaje del territorio nacional con cobertura forestal es del 48%, sin contar con las áreas de manglares, páramos y plantaciones forestales. De toda la cobertura forestal existente apenas un 45% (1.118.995 ha) está bajo algún grado protección, mientras que un 55% (1.327.122 ha) está fuera de las distintas unidades de protección. También, se debe señalar que de la cobertura forestal fuera de áreas protegidas un total de 451.500 ha han estado bajo conservación con PSA en el periodo 1997-2005, la cual equivale a 18.4% de la cobertura forestal nacional al 2005, o al 34% de la cobertura fuera de las área protegidas. Durante el período 2000-2005 la cobertura forestal aumentó en 169.900 ha como resultado de procesos de recuperación, mientras que la pérdida de cobertura fue de 23.600 ha. Esto equivale a una tasa anual de recuperación del territorio nacional de 0.66% y una tasa anual de pérdida del territorio del 0.09%. De esta forma la recuperación es de más de 7 veces la tasa de pérdida.

La actual pérdida de cobertura forestal en la zona norte obedece al historial productivo y político de la región como una zona de desarrollo social y productivo, en donde la actividad ganadera, forestal, cañera y en años recientes la actividad piñera, han sido las protagonistas Villate *et al.* (2008).

2.5 Efecto de las actividades productivas sobre la biodiversidad

La consecuencia de la deforestación es la creación de paisaje fragmentados en los que algunos remanentes de bosque original, de tamaños y formas variables quedan inmersos en una matriz de hábitats transformados. Al reducirse la cobertura boscosa, se reduce no solo la diversidad de hábitats a nivel regional, sino el área total de hábitat disponible. Asimismo, deja a las poblaciones aisladas en los parches remanentes (Kattan 2002).

Esta transformación gradual de bosques a pasturas y tierras agrícolas ha tenido profundos impactos ecológicos en la región centroamericana, al reducir la disponibilidad de hábitats y alimento para animales y plantas, interrumpir la conectividad del paisaje y perturbar las funciones de los ecosistemas (Hernández *et al.* 2003).

Estudios realizados por Tobar *et al.* (2007) sobre la influencia de la cobertura arbórea en la abundancia, diversidad y distribución de mariposas en Esparza, Costa Rica demuestran que la composición de mariposas en hábitats boscosos y hábitats abiertos es diferente para cada uno, lo que indica que la riqueza de mariposas está en función de la riqueza de especies arbóreas presentes: a mayor número de especies arbóreas, mayor es el número de especies de mariposas. En otro estudio Hernández *et al.* (2003) encontró que la riqueza de especies de mariposas de áreas cerradas fue mayor en los bosques secundarios que en los potreros de baja cobertura. La abundancia y diversidad de las mariposas dependientes del bosque también fueron mayores en los hábitats boscosos. Estos datos sugieren, por lo tanto, que los parches de bosque y charrales remanentes sirven como reservorios importantes para las pocas especies de bosques remanentes y deben ser considerados como prioridad de conservación.

Las mariposas son de gran importancia en el ecosistema, por sus roles ecológicos (herbívoros y polinizadores) y porque pueden ser sensibles a cambios en la vegetación y cobertura arbórea. Muchas especies de mariposas son afectadas negativamente por la reducción y aislamiento de fragmentos de bosque (y con ello, la reducción en la diversidad de flora necesaria para el hospedaje, alimentación y reproducción de muchas especies) y por el uso intensivo de pesticidas en las fincas agrícolas circundantes (Hernández *et al.* 2003).

Kattan (2002) indica que la fragmentación del hábitat altera profundamente la distribución y la abundancia de las aves del bosque húmedo tropical. Cárdenas *et al.* (2003) demostró que la riqueza y abundancia de especies y de individuos está en función de la riqueza de árboles presentes, indicando que cuanto mayor riqueza de especies arbóreas mayor número de aves particulares de hábitats boscosos. Esta relación se debió al hecho de que al presentarse una mayor riqueza de especies de árboles, aumentó la cantidad y variedad de recursos para las aves, permitiendo que los fragmentos de bosque conserven especies propias de hábitats boscosos: Estos resultados concuerdan con los encontrados por Vélchez *et al.* (2004) en un

paisaje de Rivas, Nicaragua donde los hábitats con mayor cobertura de árboles como los bosques secundarios, y los potreros de alta cobertura arbórea, registraron la mayor riqueza y diversidad de aves, afirmando la importancia de mantener áreas boscosas dentro de paisajes fragmentados.

2.5.1 Aporte de biodiversidad de los bosques naturales y usos alternativo de la tierra

2.5.1.1 Bosques naturales

Los ecosistemas forestales producen múltiples beneficios a los seres humanos, se constituyen en uno de los más importantes proveedores de servicios ambientales (SA) (Campos *et al.* 2007). Estos ecosistemas son esenciales para mantener la biodiversidad de los ecosistemas naturales (Keipi 2000). La biodiversidad proporciona la base para los ecosistemas y los servicios que suministran, de los que depende fundamentalmente toda la humanidad; comprende gran parte del capital natural renovable sobre el que están basados el sustento y el desarrollo humano (PNUMA 2007).

En mismo autor menciona que la provisión de servicios ecosistémicos depende de muchos atributos de la biodiversidad. La variedad, cantidad, calidad, dinámica y distribución de la biodiversidad que se requieren para permitir que los ecosistemas funcionen y proporcionen beneficios a los seres humanos varían dependiendo de los diferentes servicios.

2.5.1.2 Árboles dispersos y cercas vivas

Los árboles dispersos en potreros y las cercas vivas ayudan a incrementar la cobertura de estos potreros y a minimizar los impactos negativos, ya que facilitan el movimiento de la fauna silvestre (Tobar *et al.* 2008). Los árboles dispersos y las cercas vivas son usados por una variedad de animales y estos elementos del paisaje pueden conservar elementos valiosos de la flora local (Estrada 2008).

En Río Frío, Costa Rica Lang *et al.* (2003) encontró que cuanto mayor es la complejidad de las cercas vivas, mayor será la abundancia, riqueza de especies y diversidad de

aves. Las cercas vivas son importantes para mantener la diversidad aviar en paisajes ganaderos, y su estructura influye en las comunidades aviares asociadas. Asimismo, sirven como hábitats y corredores para muchos insectos, pájaros y especies de mamíferos pequeños (Campos *et al.* 2007).

2.5.1.3 Las plantaciones forestales

Las plantaciones forestales no pueden suplir a nivel de paisaje todas las funciones que aportan los bosques naturales, pero en cuanto a mantenimiento de poblaciones de flora y fauna pueden constituir un hábitat apropiado para ciertas especies que no tienen exigencias muy específicas en una fase determinada del ciclo de la plantación (FAO 1995; Perla *et al.* 2002).

Si bien las plantaciones son sistemas simplificados no por ello son desiertos verdes y resultan en la mayoría de los casos mucho más diversos que los cultivos agrícolas (Hartley 2002).

Las plantaciones, en comparación con los bosques naturales, poco contribuyen con el ambiente. En cuanto a la biodiversidad, debe decirse que en las plantaciones las aves por ejemplo están muy escasamente, dada la poca diversidad de plantas. Se dice que la melina propicia el sotobosque, y eso es bueno, pero cuando la melina es aprovechada el sotobosque es arrasado, por lo tanto, los bosques aportan enormes servicios ambientales y las plantaciones pocos (Alpizar 2003)

2.5.1.4 Los cultivos de piña y banano

La producción piñera y bananera, al igual que muchos monocultivos, están diseñados para mantener estable el sistema económico, estableciendo las condiciones adversas para el mantenimiento de los procesos ecológicos naturales, provocando así un fuerte desbalance en los ecosistemas, como en la zona de cultivo, que se evidencia con la presencia de plagas y la disminución de la fertilidad de los suelos (Acosta 2008).

El mismo autor menciona que la biodiversidad y en general los procesos ecológicos naturales, no se ven delimitados por las fronteras imaginarias impuestas por los seres humanos, que al romper las condiciones ecológicas de ciertas zonas se rompen cadenas

ecológicas de regiones enteras, que segmentan la biodiversidad de los bosques locales y provocan problemas en el flujo de ella. Por eso, las piñeras y bananeras cercanos a los bosques interrumpen la vida de las especies de flora y fauna. En la producción monocultivista de piña y banano, los suelos reciben un uso intensivo y la única especie que se permite desarrollar es ésta, la biodiversidad es eliminada, es afectada toda interacción biológica en el suelo y éste es dejado descubierto, y su fertilidad natural, que está relacionada directamente con la capacidad de los micro y macro organismos de degradar la materia orgánica del suelo, es reemplazada con agroquímicos contaminantes.

Los cambios en la vegetación y en los usos de la tierra responden a un gran número de causas no lineales, que se dan con una magnitud, una frecuencia y una distribución geográfica (Alarcón 2006). Con frecuencia se observa terrenos muy productivos potencialmente para bosques ocupados con cosechas agrícolas debido a su localización respecto de los centros de población y de los mercados (De Las Salas 1987).

2.6 Teorías de localización

Las teorías de localización son las primeras teorías que intentan relacionar los procesos económicos y el espacio, constituyéndose ésta última variable como un factor fundamental en la actividad económica. El espacio es entendido como el lugar geográfico donde se desarrollan determinadas actividades económicas. La localización de dichas actividades dependerá entonces de la ubicación de los mercados, de los insumos, de la mano de obra y producto y de la intensidad del uso del suelo por unidad de trabajo (López 2003).

2.6.1 Teoría de localización de Johann Heinrich Von Thünen

Los modelos de localización del espacio urbano tienen su origen en la teoría de la localización de las producciones agrícolas (Polése 1998). El Alemán Von Thünen en 1826 fue uno de los primeros teóricos de las actividades agrícolas y es considerado como un clásico en teoría de la localización por ser el autor del primer modelo de orden espacial para la producción agrícola (García 1975; Stutz y de Souza s.f). Construyó su modelo basado en los precios de la tierra, la calidad de la misma y los costos de transporte (Alonso 1964). En consecuencia, la

contribución de Von Thünen a la teoría de la localización radica en la explicación de la distribución de las actividades a lo largo de un espacio geográfico (Tello 2006).

Sus estudios se centraron en determinar cómo se daba la utilización de la tierra y cómo se distribuía en el espacio; a partir de ello desarrolló su teoría de las zonas concéntricas de la utilización y del arriendo de las tierras (López 2003).

La idea central es que la renta de la tierra varía con la distancia con respecto al mercado en un espacio isotrópico y aislado. Reconoció que el hombre trata de resolver sus necesidades económicas en el entorno inmediato, reduciendo sus desplazamientos al mínimo (Ordóñez 1981). Von Thünen establece que los productos con mayores costos de transporte, con relación a su valor, se producirán más cerca de los lugares de consumo (mercados) que los que tienen un costo bajo de transporte (Guerra 1992).

En el modelo concreto de Von Thünen, el primer círculo está dedicado a cultivos hortícolas y artículos perecederos. El segundo está ocupado por el bosque, por ser productos pesados y de primera necesidad para la construcción. El tercero, cuarto y quinto están dedicados a diferentes formas de cultivo de cereales, tendiendo a disminuir el grado de intensidad. El sexto y último círculo está ocupado por praderas de tipo extensivo (Popescu 1963, García 1975, Barsky 2005). Cabe mencionar que esta distribución refleja la tecnología de la época porque los bosques eran considerados productos de primera necesidad para la construcción y para leña. Además, no existía electricidad y ni sustitutos de la madera; esta ubicación cambió en el presente y el bosque pasó al círculo exterior.

García (1975) menciona que cada anillo o franja tiene un sistema agrícola o un cultivo diferente que viene determinado básicamente por los costos de transporte de los productos y, por lo tanto, por la ganancia final en el mercado central. Los usos de las zonas interiores serán más intensivos que las zonas exteriores y a medida que se alejen del centro, el uso del suelo y su valor es menor prevaleciendo la agricultura y ganadería extensivas (Salguero 2006).

Von Thünen se interesa tanto por la competencia entre diversos productos agrícolas en una determinada parcela como en los diferentes sistemas de explotación agrícola de la misma. Una hipótesis esencial de su modelo es que en cada parcela se da el cultivo más rentable; es

decir, el agricultor pretende la maximización del beneficio, para lo cual se le supone perfectamente informado de todas las alternativas (García 1975).

2.6.2 Descripción del modelo

Para facilitar la construcción del modelo, Von Thünen utiliza el caso hipotético de un mercado aislado situado en el centro de una llanura grande y fértil sin vías de comunicación. Supone, además, una idéntica calidad y fertilidad del suelo en toda el área. Esta llanura indiferenciada en la que los costes de transporte están simplemente en función de la distancia, es la llanura isotrópica, punto de partida de numerosas teorías de la localización y de la ciencia regional. En esta comunidad aislada, la ciudad produce todos los bienes manufacturados necesarios a sí misma y al área que la rodea. Asimismo, obtiene de esta todos los productos agrícolas que precisa (Fujita *et al.* 2000).

Partió de la idea de que las cosechas se diferencian tanto en la producción por hectárea como en los costos de transporte, y dejó abierta la posibilidad de que cada cosecha pudiera producirse con intensidades de cultivo distintas.

El modelo de Von Thünen se basa en los siguientes supuestos (Polése 1998)

- El análisis se centra en un estado aislado con capacidad de autoabastecimiento.
- Con un gran centro único urbano de abastecimiento rodeado de zonas circulares.
- El territorio tiene características homogéneas del suelo lo que significa que no existen diferencias entre los niveles de productividad de la tierra.
- Existe un único medio de transporte (carreta tirada por caballos) que estaría disponible de manera uniforme para todas las direcciones.
- Los costos de transporte varían de manera proporcional a la distancia y son asumidos por el productor.

Aunque los supuestos planteados por Von Thünen son restrictivos, han sido el marco inicial del análisis de la localización aplicable no solo a actividades primarias sino también, ha sido adaptada a decisiones de localización de tipo manufacturero, de igual manera a la

economía regional y urbana. Otra restricción del modelo es que es estático: no refleja cambios sobre el tiempo, por ejemplo en tecnología, en necesidades, etc.

2.6.3 *Gradiente de la renta de la tierra*

Es el modelo más utilizado para representar las decisiones de uso de suelo (Nelson y Hellerstein 1997). Se basa en la premisa de que cualquier parcela puede dedicarse a diversos usos que compiten entre sí, cada uno de ellos permite que el dueño del terreno gane cierta renta, la cual a su vez, depende de las características del terreno en cuestión.

La renta de ubicación refleja la ganancia que se genera por la ventaja de la cercanía de la fuente de producción al mercado, son esos ingresos adicionales que no se atribuyen a ningún aumento de esfuerzo por parte del productor, se deben únicamente a la ubicación de terreno (Polése 1998). La renta de suelo agrícola varía inversamente en proporción a los costos de transporte que soportan los agricultores al llevar sus productos a un mercado central. Concretamente, la renta del suelo se reduce al aumentar la distancia respecto al centro urbano (García 2006).

El modelo puede formularse matemáticamente como una ecuación lineal simple, en la que la distancia (D) es la única variable independiente al considerar conocidos los demás parámetros (García 1975).

$$R_i = P_i P_i - P_i C_i - P_i T_i D = P_i (P_i - C_i - T_i D) \quad i= 1, 2, \dots, n$$

donde:

R_i = renta diferencial para la actividad en una parcela determinada

P_i = producción total unidad de superficie para la actividad i

P_i = precio de venta en el mercado central

C_i = coste de la unidad de producción para la actividad i

T_i = coste de transporte/unidad/km para la actividad i

D = distancia en kilómetros de la parcela determinada al mercado central.

Para evaluar el principio de Von Thünen y así determinar a qué distancia del mercado es factible invertir, se determinó la eficiencia económica de las actividades productivas (piña,

banano, ganadería y bosque natural). Este análisis se hizo bajo la óptica de la teoría de inversiones que básicamente trata sobre la escogencia inter-temporal entre inversiones alternativas.

2.7 Teoría de inversiones

La teoría de inversiones se ocupa de los problemas de decisión inter-temporal. Los procesos de inversión se caracterizan por tres parámetros básicos: 1) el pago de inversión, que representa el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que la inversión comience a funcionar como tal. 2) la vida de inversión (n), que es el número de años durante los cuales la inversión estará funcionando y generando rendimientos, de acuerdo con las previsiones realizadas por el inversor. 3) los rendimientos, generados por la inversión forestal a lo largo de su vida. Estos rendimientos pueden medirse desde una óptica contable recomendable para inversiones privadas o desde una óptica económica para el caso de inversiones públicas (Romero 1997).

La teoría de inversiones apunta a que el individuo racional escogerá la inversión que rinda el mayor valor presente neto porque este es equivalente a una escogencia con un beneficio más grande (Johansson y Löfgren 1985; Klemperer 1996).

Gómez *et al.* (2001) manifiesta que para el análisis de inversiones forestales para proyectos privados se utilizan indicadores económicos. Estos indicadores sirven para evaluar si la actividad o inversión que se está analizando es rentable o no. Su cálculo se basa en los costos y beneficios actualizados. Los indicadores más utilizados son la relación beneficio/costo (B/C), la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN), el valor esperado de la tierra (VET).

Para este estudio se utilizó el VET, instrumento microeconómico que permite evaluar el efecto de los mecanismos monetarios de fomento forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas mediante una tasa de descuento, evalúa diferentes sistemas productivos con relación a una misma condición de tierra (pasturas), para ver cuál de los usos de la tierra la puede valorizar más (Navarro y Bermúdez 2006) y calcula la renta neta del activo

tierra en valor presente a partir de una serie de pagos infinitos de ciclos periódicos (Zea *et al.* 2006).

2.7.1 La tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

Las tasas de descuento son consideradas como tasas porcentuales anuales. Refleja las preferencias temporales únicas de cada inversionista respecto a la actividad que se está valorando. Las tasas de descuento son el resultado de la interacción entre la oferta (que depende de la voluntad de ahorro y que está determinada por la preferencia temporal marginal) y la demanda del capital. Siendo la función de la tasa de interés la de equilibrar la oferta y la demanda del capital, también, comparar los costes y los ingresos que se producen en diferentes puntos de tiempo (Filius 1992).

La elección de la tasa de descuento en análisis de inversiones es uno de los problemas más importantes porque esta tasa afecta considerablemente el valor calculado, la elección no sólo determina si un proyecto es aceptado o no, influye también el rango de los proyectos. El impacto se hace sentir especialmente en la situación de las inversiones a largo plazo y grandes costos iniciales (Filius 1992).

Romero (1997) sostiene que la elección de la tasa de descuento dependerá de las preferencias del consumo presente de un agente privado concreto o de la sociedad en su conjunto. En el contexto privado, la tasa de descuento es una tasa financiera cuyo valor correcto puede estimarse por medio del tipo de interés al que dicho agente privado puede endeudarse o prestar dinero en el mercado de capitales. A nivel de la sociedad, se descuenta al futuro por dos razones: 1) la sociedad prefiere *per se* consumo presente en vez de consumo futuro. Es decir existe una impaciencia por el consumo presente, donde la tasa de descuento es una tasa social de preferencias en el tiempo. 2) la sociedad renuncia a un consumo presente, los recursos no consumidos producirán a través de un proceso de inversión un consumo futuro mayor. Con este enfoque la tasa de descuento representa un costo social de oportunidad.

La TMA está en función del grado de percepción de riesgo de la actividad, nivel de liquidez del inversionista como medida de preferencia por el presente y nivel de conocimiento de la actividad productiva (Navarro y Bermúdez 2006). Una tasa de descuento baja representa a

un inversionista paciente, con interés, conocimiento y/o un nivel de liquidez alto, a diferencia de una tasa de descuento más alta que define a un inversionista impaciente, mayor desconocimiento, menor liquidez (Zea *et al.*2006). Una inversión con tasas de descuento altas, disminuyen los valores presentes calculados (Filius 1992). Asume que todos los inversionistas tienen un comportamiento racional por maximizar ganancias y minimizar costos (Navarro 2004).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el Corredor Biológico San Juan La Selva (CBSJLS), ubicado al norte de las provincias de Heredia y Alajuela, abarca parte de los cantones de Sarapiquí y San Carlos (Figura 1) Geográficamente se encuentra entre las coordenadas Lambert horizontales 235000-330000 y verticales 483000-5330000. Abarca una extensión de 246.608.56 hectáreas, del cual el 56% cuenta con cobertura forestal. La totalidad de la superficie del corredor biológico pertenece a la cuenca del Río San Juan. Administrativamente abarca parte de las Áreas de Conservación Cordillera Volcánica Central y Arenal Huertar Norte (Chassot *et al.* 2005; Villate *et al.* 2008).

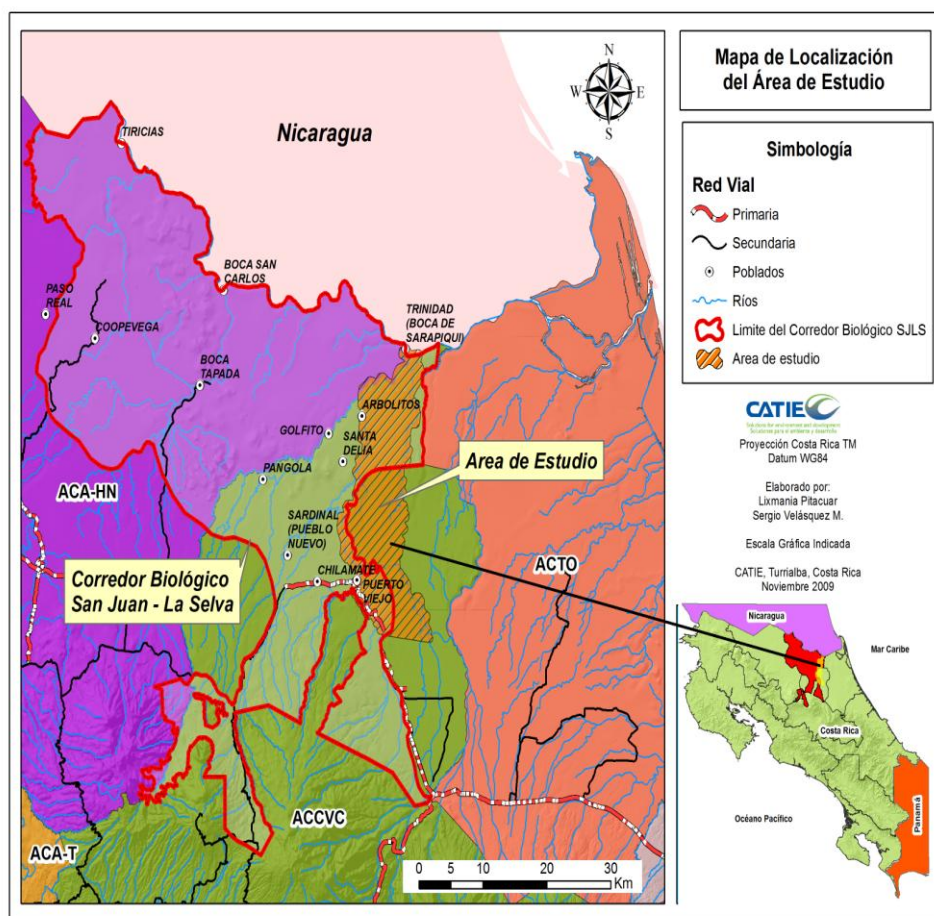


Figura 1. Localización del área de estudio

El amplio rango altitudinal permite la presencia de ocho zonas de vida, entre las que se destaca por su extensión territorial el bosque muy húmedo tropical (151.812 ha), con una precipitación media anual de 3.864 mm, temperatura de 24.5 ° C y una altitud entre 180 y 345 msnm, y el bosque muy húmedo pre-montano transición a basal (56.977 ha) (Chassot y Monge 2002). Algunos de los ecosistemas que se pueden encontrar son: humedales, bosques riparios, bosques de almendro de montaña, ciénagas y marismas, los cuales representan sitios indispensables para un alto número de especies (Chassot y Monge 2002, Villate *et al.* 2008).

Dentro del corredor se estima vive una población de 45.000 habitantes y unas 30.000 personas en comunidades aledañas (Puerto Viejo, La Virgen y Horquetas de Sarapiquí), muchas de las cuales son usuarias o propietarias de los recursos que posee el corredor. El total de habitantes registrados dentro del corredor, según los datos oficiales del último censo de población del 2000, suman aproximadamente 75.000 (INEC, 2001; Chassot y Monge 2002) con una densidad de 30 habitantes por kilómetro cuadrado

3.1.1 Principales usos de la tierra

Las principales actividades productivas que se desarrollan en el área son la ganadería de carne y doble propósito, el cultivo de banano y piña, las plantaciones forestales de melina y bosque bajo manejo forestal

Sin embargo, la mayoría de los propietarios de fincas se dedican a la actividad ganadera, constituyéndose en la principal fuente de ingresos económicos. El cultivo de banano y piña se desarrollan de manera extensiva; la actividad bananera representa para la economía nacional la segunda fuente de divisas. Durante el 2008 el área bananera de Costa Rica según CORBANA alcanzó 43,313 hectáreas, lo cual indica un incremento del área cultivada. De igual manera, el cultivo de piña se ha extendido considerablemente en los últimos años, según datos recientes (El Financiero, 2009), la producción piñera reporta alrededor de 50.000 ha de cultivo.

Cabe mencionar que lo más importante para este trabajo son los bosques naturales, así que la diferenciación con usos agrícolas o pecuarios constituye el campo comparativo para el análisis y cumplir con los objetivos de la investigación.

3.1.2 Tipos de bosque

En la zona se identificó dos de los tres tipos de bosque primario definidos por Ramos (2004), según las especies que los caracterizan. Los tipos de bosques encontrados se detallan a continuación:

Bosque de *Pentaclethra maculosa* y palmas (Bosque tipo 1), se caracteriza por estar dominado por *Pentaclethra maculosa* (gavilán), así como por una alta abundancia de cuatro especies de palmas *Welfia georgii*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza* y *Euterpe precatoria*. Entre las principales especies arbóreas asociadas se encuentran *Dendropanax arboreus* y *Tetragastris panamensis*. Este bosque cubre aproximadamente el 40% del área total del corredor biológico con un 64% de masa boscosa.

Bosque de *Pentaclethra maculosa* y *Carapa guianensis* (Bosque tipo 3), es un bosque muy homogéneo dominado por *Pentaclethra maculosa* (gavilán), encontrándose asociado principalmente con *Carapa guianensis* (caobilla), abarca un 6% de área del corredor con 35% de cobertura forestal.

Estos bosques están ubicados principalmente en el sector sur del CBSJLS, área más fragmentada donde actualmente no existe ningún área protegida por el Estado (Ramos 2004; Ramos y Finegan 2005).

3.2 Caracterización y selección del área de estudio

La investigación se realizó únicamente en un segmento del corredor biológico debido a la extensión del territorio y al tiempo disponible para la investigación. Para determinar la muestra objetivo de estudio se utilizó la imagen de uso del suelo del año 2001 del corredor biológico. Haciendo uso de imágenes de satélite y con ayuda de la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR) se identificó el área de estudio, posterior a ello se verificó en el campo que el área seleccionada se adapte a las condiciones requeridas para la investigación y toma de información.

Los criterios seguidos para la definición del área de investigación fueron el ordenamiento espacial de los usos del suelo, la red de caminos, el río y la falta de puentes, y la presencia de un poblado principal de abastecimiento y comercialización de los productos.

El paisaje estudiado presentó una cobertura arbórea altamente fragmentada y pequeños parches de bosque, dominada por activos naturales producidos como los cultivos agrícolas de banano y piña, las pasturas y las plantaciones forestales de melina; actividades que han sido favorecidas por las condiciones fisiográficas de temperatura, precipitación, pendiente y altitud.

3.2.1 Recolección de información

Para la recolección de información primaria y entrevistas a los productores se elaboró seis formularios de campo con el objetivo de recopilar información técnico-financiera por tipo de actividad productiva: bosque natural, plantaciones forestales, piña, banano y ganadería (Anexo 1).

Mediante entrevistas semi-estructuradas se obtuvo información de las fincas con respecto al uso de la tierra, los niveles de liquidez y acceso a crédito; así como también, información técnica y de costos (mano de obra, servicios, insumos) e ingresos (producción, precio del producto, costos por producto) de cada actividad productiva, según la tecnología utilizada por los productores. A partir del cual se construyó un flujo de caja y se realizó el análisis de la eficiencia económica para cada sistema productivo.

3.2.2 Selección de las fincas a entrevistar

Para la definición de la población se partió de la totalidad de fincas por uso de la tierra que se encontró en el área seleccionada. La identificación de los propietarios de fincas a entrevistar según la tipología se determinó con ayuda de instituciones locales como la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), organización líder en promover el uso sostenible de tierras localizadas en la Cordillera Volcánica Central en Costa Rica (Chassot *et al.* 2005).

Se recolectó información socioeconómica, por medio de entrevistas semi-estructuradas aplicadas a propietarios de fincas que poseen bosques naturales, plantaciones forestales,

ganadería, cultivos de banano y piña. Las primeras entrevistas se aplicaron a los propietarios privados de bosque natural que reciben asistencia técnica de FUNDECOR, las siguientes entrevistas se efectuaron bajo el método de muestreo no aleatorio conocido como bola de nieve.

De igual manera, se realizó entrevistas a instituciones nacionales como el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) de Puerto Viejo de Sarapiquí, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Corporación Bananera Nacional (Corbana) y a personas particulares que conocen a cerca del cultivo de banano y piña. Así como también, entrevistas a las subastas ganaderas de la zona, transportistas y madereros, esto con la finalidad de complementar la información obtenida en el campo.

Para analizar el modelo de Von Thünen dentro de la investigación se consideraron los siete usos de la tierra identificados en el área, los cuales representan los usos mayores identificados en el corredor. Para determinar la agrupación espacial de los usos de la tierra en el paisaje seleccionado, especialmente, los bosques naturales, se hizo uso de sistemas de información geográfica (SIG).

3.3 Ubicación espacial de los bosques y otros usos de la tierra

Conocer la distribución espacial de los usos de la tierra es imprescindible para predecir posibles cambios en la cobertura de los bosques del CBSJLS. La aplicación de SIG constituye una herramienta de gran valor para este fin. Así como también, para encontrar alternativas que favorezcan la conservación de importantes áreas boscosas que están siendo amenazados por usos alternativos.

3.3.1 Clasificación de los usos del suelo

Debido a que no se encontraron imágenes actualizadas de uso del suelo para la zona de estudio se procedió a la actualización de las imágenes. Para la clasificación de los usos del suelo se realizó la segmentación de imágenes usando el software SPRING INPE, una vez hecha la segmentación se realizó la asignación visual por atributo, para ello se utilizó como base la imagen satelital landsat TM del año 2007 y como ayuda para identificar posibles áreas que no

eran visibles en la imagen base se usó las imágenes landsat TM de enero y febrero del año 2008. El resultado de este análisis es el mapa de cobertura del suelo.

La segmentación es el proceso que divide una imagen en regiones u objetos cuyos píxeles poseen atributos similares. Cada región segmentada suele tener un significado físico dentro de la imagen. Es uno de los procesos más importantes de un sistema automatizado de visión ya que permite extraer los objetos de la imagen para su posterior descripción y reconocimiento.

3.3.2 Determinación de los anillos concéntricos de Von Thünen

Una vez obtenido el mapa de uso del suelo y haciendo uso de los sistemas de información geográfica, se delimitó el área de muestreo para el análisis de la teoría de Von Thünen, para ello se realizó un búfer tomando como base principal la red de caminos (por un lado), esto debido a que los usos de la tierra se ordenan de acuerdo a los costos de transporte al mercado central, ya sea mercado de la mano de obra o mercado del producto final y por el otro lado, se tomó el límite de algunos ríos (Río Sarapiquí), esta delimitación se realizó con la finalidad de identificar cuál de los bosques (bosque gavilán-palmas; bosque gavilán-caobilla) podrían estar siendo amenazados por las actividades productivas y determinar mecanismos de compensación para evitar que se extingan por su gran importancia para la sociedad, ya sea porque se tratan de bosques muy escasos o por la gran biodiversidad que estos presentan.

Utilizando el software ArcView se realizó el análisis de accesibilidad¹ (accessibility analyst), se creó un mapa de fricción de distancia, para ello se contemplaron factores como: ríos, caminos, uso del suelo, poblados (Puerto Viejo de Sarapiquí). Para cada factor se simuló velocidades reales de desplazamiento:

- Para los ríos se simuló 4 Km/h para la categoría permanente y de 8 Km/h para intermitente

¹Goodall (1987) define la accesibilidad como la facilidad con que un lugar puede ser alcanzado desde otros lugares.

Deichmann (1997), accesibilidad es la capacidad de interactuar o de hacer contacto con sitios en que hay oportunidades económicas o sociales

- Para la red de caminos desplazamientos por camino terciario de 40 km/h, primario de 60 Km/hora y camino no definidos de 30 Km/hora
- Para el uso del suelo se definieron velocidades de desplazamiento por tipo de cobertura, así, la velocidad promedio de la marcha a pies para bosque es de 2 Km/h, pastos 4 Km/h, plantaciones forestales de melina 3 Km/h, banano 4 Km/h y piña 4 Km/hora.

El resultado del análisis de accesibilidad muestra la distancia en minutos de viaje desde Puerto Viejo hacia cada uno de los usos de la tierra de la zona de estudio. Finalmente, se llega a la obtención del mapa de distancia al mercado en minutos para cada punto teniendo en cuenta el tipo de camino y el tipo de uso de la tierra por el que se desplaza.

La accesibilidad se considera un indicador de potencial económico de gran importancia y una presión innegable sobre los sistemas ecológicos.

Identificados los usos del suelo que se desarrollan en la zona de estudio y con la información económica recolectada en el campo durante las entrevistas se realizó el análisis de eficiencia económica por actividad productiva.

3.4 Análisis de inversiones

Para este estudio se realizó un análisis de inversiones con la finalidad de determinar el valor del bosque (VB) bajo manejo forestal y el valor de otras inversiones alternativas del uso de la tierra. Como usos alternativos se analizó la rentabilidad del cultivo de banano, piña, ganadería (engorde y doble propósito) y plantaciones forestales de melina, mediante el método del valor esperado de la tierra (VET)

3.4.1 Análisis económico del bosque natural

Para el análisis de rentabilidad del bosque gavilán-palmas y bosque gavilán- caobilla, se utilizó datos de volumen comercial de bosques intervenidos cercanos a cumplir un ciclo de corta oficial utilizados por Meza (2008) tomados de parcelas permanentes (PPM), de la región Huertar Norte de Costa Rica

Para construir las estructuras de costos e ingresos del horizonte financiero dentro del ciclo de corta, se realizaron entrevistas de campo a propietarios de bosque, madereros y transportistas para obtener información de costos de insumos y servicios, precios de productos (precios de la madera en PMT o m³) asociados con el manejo forestal y el aprovechamiento (corta, extracción, carga y transporte) de bosques naturales. Los costos relacionados a la extracción de la madera se presentan en el Cuadro 1.

Para el caso base se definió una distancia de 35 Km al patio de aserrío (Puerto Viejo de Sarapiquí) con un costo de transporte de 25 ¢/pmt; un tipo de inversionista nacional con una TMA de 3.51% para los dos tipos de bosque; además, se asume que el propietario no recibe pago por servicios ambientales en ningún momento. Definidas las condiciones base se parte de una estructura de ingresos-costos que describen todas las actividades de manejo y aprovechamiento forestal durante el ciclo de corta (CC).

Cuadro 1. Costos de aprovechamiento forestal para bosque natural tropical en Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica

Actividad	Costo (¢/pmt)	Costo (¢/m³)
Corta y troceo	8	2600
Arrastre	15	4875
Carga y empacado	9	2925
Transporte a industria	25	8125

Fuente: Entrevistas a madereros de Puerto Viejo de Sarapiquí

3.4.2 Análisis económico de usos alternativos de la tierra

Para el análisis de la eficiencia económica de la ganadería (carne y doble propósito), de plantaciones forestales de melina y de los cultivos de banano y piña, se utilizó datos proporcionados por los productores entrevistados, como complemento a la información recolectada se utilizó información de fuentes secundarias.

En el análisis de la rentabilidad económica de plantaciones forestales como un uso competitivo de la tierra, se utilizó información silvícola y financiera de rodales de melina proporcionada por propietarios de la zona de Puerto Viejo de Sarapiquí, se seleccionó está

especie forestal debido a que es la más utilizada en reforestación. Se asume la comercialización de la madera al mercado local (Puerto Viejo de Sarapiquí) a una distancia de 25 Km. También, se efectuó el análisis de la eficiencia económica de la ganadería de carne a un ciclo de producción de 12 meses y de doble propósito a un ciclo de producción de 8 años, edad a que la vaca es reemplazada debido a su baja en la producción, para ello se usó información de precios de los productos e insumos proporcionados por los productores de la zona. Para el análisis del cultivo de banano y piña se consideró una TMA de 3.51%, y una producción de 10 años para el cultivo de banano, edad de renovación del cultivo de y un ciclo de producción de 12 meses para el cultivo de piña.

Los flujos de caja (costos e ingresos) para cada actividad productiva se construyeron con base en la información de las entrevistas de campo. La mano de obra, precios de insumos, servicios y productos que describen las actividades de manejo de las diferentes actividades evaluadas (establecimiento, mantenimiento, cosecha, manejo de sanidad y renovación) forman parte de estas estructuras de costos e ingresos para el análisis de inversiones.

3.4.3 Precios de la tierra

El precio de la tierra de la zona de Sarapiquí fue obtenida con ayuda de la información recolectada por peritos evaluadores del Banco Nacional, al año 2009. Se encontró grandes variaciones en el precio de la tierra, así, el precio promedio para terrenos de producción pecuaria y plantaciones forestales oscila alrededor de 3.000.000 ¢/ha, terrenos con cobertura boscosa tienen un precio de 2.000.000 ¢/ha, mientras que terrenos de producción agrícola como el banano y la piña oscilan entre 6.000.000 ¢/ha y 8.000.000 ¢/ha, respectivamente. Datos similares a los proporcionados por los entrevistados, quienes manifestaron que los precios varían de acuerdo a las condiciones de caminos y acceso a estos terrenos, a la disponibilidad de tierras y la cercanía a centros poblados; elementos que marcan la gran brecha en el valor de las tierras.

3.4.4 Valoración del activo tierra para cada sistema productivo evaluado

Para determinar la eficiencia económica de las actividades productivas: piña, banano, ganadería de carne y doble propósito, plantaciones forestales y manejo de bosque natural, se realizó un análisis de inversiones que utilizó el método del valor esperado de la tierra (VET),

conocido también en economía forestal como la fórmula de Faustmann (FF) (Cáliz *et al.* 1978). El VET y el valor del bosque (VB) es el valor presente de los ingresos netos capitalizados (renta) durante los ciclos de producción futuros (Navarro y Bermúdez 2006). Se utilizó el VET porque permite evaluar diferentes sistemas productivos con relación a una misma condición de tierras (pasturas), para ver cuál de los usos de la tierra la puede valorizar más.

Para el cálculo de este valor se utilizó una fórmula basada en el descuento de una estructura de costos e ingresos (flujo de caja), que se aplica a cada uso determinado. Para la construcción de la estructura de costos e ingresos (flujo de caja) se consideraron *los costos* de cada actividad por hectárea, el establecimiento, los insumos (semillas, fertilizantes, fungicidas, etc.), la mano de obra, el transporte de insumos/productos, la comercialización, los servicios profesionales y trámites y los *ingresos* provenientes de la venta de cada uno de los productos, tomando en cuenta la producción y el precio del producto en el mercado.

Para determinar el valor esperado de la tierra se utilizó la siguiente fórmula:

$$VET = \frac{[(P * Vol) - (C_a - C_t)] + \sum_{t=1}^T (I_t - C_p) (1 + \delta)^{T-t}}{(1 + \delta)^T - 1}$$

donde:

- P** = precio del producto
- Vol** = volumen total de producción
- Ca** = Costos de aprovechamiento (cosecha)
- Ct** = Costos de transporte
- It** = Ingresos de producción en el año T
- Cp** = Costos de producción en el año T
- T** = Edad de rotación
- δ** = Tasa de descuento

3.4.5 Determinación del valor del bosque (VB)

Para analizar el manejo de bosque natural como inversión se calculó el valor del bosque. El valor del bosque establece la voluntad de pago que un inversionista puede ofrecer por la tierra limpia para dedicarla al manejo de bosque natural y ganar al menos el retorno sobre el capital invertido a la tasa mínima aceptable de descuento (Navarro 2005). Para calcular el VB se parte de una estructura de ingresos-costos que describe todas las actividades del manejo y aprovechamiento forestal.

3.4.5.1 Determinación de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

En un análisis de inversiones donde se consideran sistemas productivos con horizontes de producción a largo plazo, se utilizan criterios financieros que utilizan técnicas de descuento para considerar el costo de oportunidad del productor sobre el capital que ha invertido en cada actividad productiva dentro de su finca. Para este caso se definió una tasa mínima aceptable de descuento (TMA) específica para cada inversionista, la cual representa las preferencias particulares del inversionista. Se utiliza el nivel de liquidez del inversionista como una medida de la preferencia por el presente.

Para calcular la tasa mínima aceptable de descuento de las actividades productivas se utilizó la tasa de interés básica del mercado de capitales del banco Central de Costa Rica. Se corrigieron las tasas de interés nominal por inflación, utilizando para este estudio tasas de interés y descuento reales. Además, se asumió dentro del análisis un *premium* de riesgos biológicos y un *premium* de cambio climático, que asume el riesgo ante la variabilidad y los eventos extremos del clima, que puede provocar una disminución de la productividad en los cultivos, la ganadería, los bosques naturales y las plantaciones forestales, ya que es probable que las condiciones climáticas tiendan a empeorar la sequedad del ambiente en épocas de verano. En el Cuadro 2 se presentan las tasas nominales y reales calculadas para el análisis.

Cuadro 2. Datos de tasa de interés e inflación para el cálculo de la tasa de descuento

Datos económicos y financieros	Valores
Tipo de cambio de referencia	¢570.61/\$
Tasa de inflación anual a junio de 2009	9.35% ¢.
Tasa de interés nominal	11%
Premium por riesgo biológico	1%
Premium por riesgo cambio climático	1%
Tasa de interés real	1.5%
Tasa de interés real + Premium	3.51%

Para el cálculo de la tasa de interés real se utilizó la fórmula sugerida por Rose *et al.* (1989):

$$\text{Tasa de interés real} = [(1 + \text{tasa nominal}) / (1 + \text{tasa de inflación})] - 1$$

3.4.6 Determinación del análisis de sensibilidad para bosque

El análisis mantiene la condición *ceteris paribus* en el cual se varió una variable a la vez, dejando el resto constante. Se analizó como el efecto de factores exógenos como tasa de descuento del inversionista, el precio implícito de la madera o producto (variación en el costo de transporte) y el pago de pago por servicios ambientales afectan el comportamiento del inversionista forestal. Se analizó el efecto de la variación de los siguientes factores:

3.4.6.1 Variación de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

Para modelar la condición de los productores respecto a liquidez y preferencias de la inversión, se utilizó la tasa de interés del mercado de capitales para préstamos del sector agrícola en colones (17.34%) y la tasa de interés de certificados de depósito a plazo en colones (8.74%) del Banco Nacional de Costa Rica del año 2009. Para el análisis se definieron tres tipos de inversionistas:

a) **Prestamista internacional paciente**, invierte con una TMA más baja, es dueño de su tierra con preferencia de invertir en cualquier actividad productiva y con capacidad de ahorro en depósito a plazos a 5 años a una tasa real de 1.44%.

b) **Prestamista nacional impaciente**, invierte con una TMA más alta, con limitaciones de liquidez, sin embargo, puede pagar los costos de mantenimiento y manejo de cualquier actividad productiva a una tasa real de 3.51%.

c) **Inversionista deudor**, es dueño de su tierra pero sin capacidad de ahorro, que para realizar inversión en alguna actividad productiva necesita solicitar un préstamo en colones para el sector agrícola a una tasa real de 9.31%.

3.4.6.2 Variación en el precio implícito de la madera en pie (PIMP)

El PIMP se calcula a partir del precio de la madera en troza puesta en el patio de aserradero menos los costos de aprovechamiento y de transporte (Hyde 1980). Utilizando como premisa el modelo de Von Thünen se determinó a qué distancia del mercado es factible invertir en el manejo de bosque natural, para ello se efectuó la variación del costo de transporte de madera a diferentes punto de venta en patio de aserradero (Puerto Viejo de Sarapiquí a 35 Km, Ciudad Quesada a 90 Km y San José a 115 Km); el precio de la madera se relacionó con la distancia al mercado de venta (gavilán 180 ¢/pmt - caobilla 250 ¢/pmt) y se mantienen constante los costos de aprovechamiento. Se realizó esta variación en el costo de acceso a los mercados por ser uno de los factores que más influyen en la rentabilidad de las inversiones forestales (Navarro 2005). Los supuestos utilizados en el análisis del manejo de bosque natural fueron los siguientes:

- Tasa de descuento igual a 3.51% que corresponde a un tipo de inversionista medio, con un *premium* por riesgo biológico y cambio climático de 1%
- Precio implícito de la madera según la distancia al patio de aserradero a Puerto Viejo de Sarapiquí (35 km), Ciudad Quesada (90 km) y San José (115 km) o al mercado principal en el caso de los productos agrícolas y pecuarios.

Para determinar la variación del precio implícito de los productos agrícolas y pecuarios se siguió el mismo procedimiento que para el PIMP de bosques naturales y plantaciones forestales de melina. En estos análisis se consideró la variación de los costos de mano de obra.

3.4.6.3 Variación en la forma de pago de servicios ambientales (PSA)

El Programa de Pago por Servicios por Servicios Ambientales es un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del FONAFIFO, a los y las propietarios(as) y poseedores(as) de bosques y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. Se considera el pago de 36.519 ¢/ha/año (64 \$/ha/año) valor que reciben actualmente los dueños de bosque, del que se descuenta un 12% para pago de regencia. Para el análisis se asume los siguientes supuestos:

a) Propietarios de bosque que no reciben PSA

- Pago de PSA por un contrato de 5 años (pago desde año 3 al año 7), según el concepto que maneja FONAFIFO
- Pago de PSA continuo por 15 años establecido por Ley Forestal 7575, para cada ciclo de corta

b) Tasa de descuento igual a 3.51%, con un *premium* por riesgo biológico y cambio climático de 1%

c) Precio implícito de la madera según la distancia de al patio de aserradero ubicado en Puerto Viejo de Sarapiquí a 35 Km.

3.4.7 *Determinación del análisis de sensibilidad de usos alternativos de la tierra*

Se realizó el análisis de sensibilidad para cada uso del suelo en estudio:

Plantaciones forestales, se analizó el efecto de la variación de la TMA para los tres tipos de inversionista: prestamista nacional (3.51%), prestamista internacional (1.44%) e inversionista deudor (9.31%); los costos de transporte a diferentes puntos de venta de madera en patio de aserradero y el pago de PSA durante un periodo de 5 años en giros porcentuales de 50, 20, 15, 10, 5.

Ganadería, se realizó el análisis de sensibilidad de la actividad ganadera considerando variaciones en la TMA para los tres tipos de inversionistas (0.29%, 0.12% y 0.78%) para el ganado de carne y una TMA (3.51%, 1.44%, 9.31%) para el ganado de doble propósito, así como también, variaciones en el precio implícito del producto en la finca (PIPF-carne y queso) calculado a partir del precio de la carne o queso menos el costo de transporte; también, un aumento y disminución de un 20% (160 ¢/hora) en el precio de la mano de obra, con respecto al precio base de 800 ¢/hora.

Cultivo de piña y banano, para el análisis se tomaron en cuenta variaciones en la tasa de descuento para los tres tipos de inversionistas, se utilizó una TMA de 3.51% (caso base), 1.44% y 9.31% para el banano y una TMA de 0.29% (situación base), 0.12% y 0.78% para la piña; en el precio de la mano de obra se varió en $\pm 20\%$ con respecto al caso base y el costo de transporte del producto se varió de acuerdo a la distancia al mercado de venta.

3.4.8 Análisis multifuncional del bosque

Los recursos forestales cumplen múltiples funciones, no son solo un recurso para impulsar la producción (bienes privados), sino que también, son un bien con una función ambiental (bienes públicos) tanto a nivel local e incluso global. Sin embargo, no existe una verdadera conciencia del valor de estos bosques, de los problemas reales a los cuales están sujetos, ni tampoco de todos los beneficios que puede aportar en un futuro, no solo al sector forestal, sino que a todo un país.

Para analizar este valor de multifuncionalidad del bosque frente a otros usos alternativos de la tierra se utilizó el método *simple betterness* (Rickard *et al.* 1967), que permite valorar los bienes tangibles (beneficios económicos) como los intangibles (beneficios no económicos) que no tienen un precio en el mercado y que generan bienestar a la sociedad. Este método permite valorar una misma actividad productiva de dos maneras: una a través de la valoración no monetaria de un bien público como los servicios ambientales de biodiversidad y la otra desde el punto de vista privado con un índice monetario (rentabilidad ¢/ha).

Para evaluar la parte monetaria se utilizó los valores de rentabilidad del bosque, de plantaciones forestales de melina, de ganadería (de carne y doble propósito) y de los cultivos de

banano y piña, obtenidos mediante el VET. La provisión de los servicios ambientales de biodiversidad se estimó por medio de un índice por uso del suelo elaborado por el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrado para el Manejo de Ecosistemas (Murgueitio *et al.* 2003; Pagiola *et al.* 2004). El puntaje y los índices fueron obtenidos con base en información científica; consultas a expertos, tomando en consideración factores como el número de especies (plantas, aves, mamíferos pequeños e insectos), su arreglo espacial, estratificación, así como también, de un análisis multicriterio. Cabe mencionar que se utilizó este índice de biodiversidad debido a que es el único estudio que se conoce ha desarrollado este tipo de índices.

A cada tipo de uso del suelo se le asignó un puntaje según su capacidad de sostener o promover la biodiversidad que va de 0 a 1. En el Cuadro 3 se detalla los índices de biodiversidad usados para el análisis.

Cuadro 3. Índice de biodiversidad por tipo de uso de la tierra según sus potenciales de conservar la biodiversidad

Usos de la tierra	Descripción	Índice de biodiversidad
Pastos con baja densidad de árboles dispersos y cercas vivas	Ganadería de doble propósito	0.5
Pastos con escasos árboles dispersos y cercas vivas de poro	Ganadería de carne	0.3
Cultivos agrícolas de ciclo corto	Piña	0
	Banano	0
Plantaciones maderables de monocultivo	Plantación de <i>Gmelina arbórea</i>	0.4 a 0.7
Bosque primario con cobertura continua e intervenciones moderadas en los últimos 10 años	Bosque gavián-palmas	1
	Bosque gavián-caobilla	1

El índice toma en consideración el impacto que diferentes tipos de usos del suelo pueden tener sobre la biodiversidad. El máximo puntaje se le asignó al bosque gavián-palmas y al bosque gavián-caobilla, uso del suelo que tiene un mayor potencial de mantener la biodiversidad original de la región y de proveer el mayor volumen de servicios ambientales. En el otro extremo de la escala se le asignó cero puntos al cultivo de banano y piña, dado que

estos dos tipos de uso de la tierra usan una gran cantidad de plaguicidas en su producción, afectando a la flora y fauna presente en el paisaje.

Se asignó un puntaje mayor a la ganadería de doble propósito que a la ganadería de carne debido a que las fincas mantienen árboles remanentes y cercas vivas, contrario a las fincas dedicadas al ganado de carne que eliminan los árboles remanentes y la regeneración natural debido a que afectan la productividad de los pastos mejorados. Asimismo, se fijó un rango de 0.4 a 0.7 a las plantaciones forestales ya que en la mayoría de los casos son mucho más diversas que los cultivos agrícolas y pecuarios, además, la biodiversidad presente depende del uso anterior que había en estas fincas.

El índice de biodiversidad sirve de guía para las compensaciones monetarias a realizar dentro de esquemas de PSA por biodiversidad y por ende, garantiza mayores pagos para aquellos productores que, presumiblemente, generen más servicios ambientales de biodiversidad. Cabe indicar, que no se varió el índice de biodiversidad por tipo de bosque, debido a que no existen estudios que lo sustenten, pero sí se calculó una diferenciación en el monto de compensación considerando la rentabilidad de cada bosque.

3.4.8.1 Determinación del monto de compensación de PSA

Definidos los índices de biodiversidad y con la información obtenida del VB y VET para cada sistema productivo se calculó la diferencia del valor del bosque con respecto a otros usos competitivos de la tierra (la ganadería, las plantaciones forestales y el cultivo de piña y banano). Posteriormente, se calculó la renta anual (costo de oportunidad) con base en la TMA (3.51%) con la que se evaluó la rentabilidad del bosque. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = VET * \delta \quad \text{donde:}$$

R = renta anual

VET = valor esperado por la tierra

δ = tasa de descuento

El monto resultante representa la diferencia de competitividad del manejo de bosque con respecto a usos alternativos de la tierra, así como, los montos anuales de PSA requeridos

para mantener los bosques naturales y la provisión de servicios ambientales de biodiversidad y competir con la rentabilidad generada por otros usos alternativos de la tierra; asimismo, evitar que el privado tale ilegalmente el bosque y lo convierta a actividades agropecuarias más rentables. En este contexto, el propietario no tendría que elegir entre una actividad u otra podría estar en cualquiera y la de menor riesgo sería el bosque, por su capacidad de crecer, renovarse solo y por la gama de beneficios ecológicos que proporciona a la sociedad.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del paisaje en estudio

Cabe mencionar, que debido a la extensión del Corredor Biológico San Juan La Selva, la investigación se realizó únicamente en un segmento del mismo. El área en estudio se seleccionó porque mostró las condiciones adecuadas para probar la teoría de Von Thünen, con relación a otras posibles áreas visitadas y analizadas, que no mostraron un patrón que favorecía el análisis de la teoría de localización. Los criterios que se tomaron en consideración fueron patrones de ordenamiento de los usos productivos, la red de caminos de los poblados, los ríos y la presencia de un poblado principal de abastecimiento y comercialización de los productos de la zona.

El área de estudio abarcó una extensión de 30.147 ha, la misma que forma parte del área de influencia de FUNDECOR.

En la zona se encuentran asentadas comunidades como Los Arbolitos, La Gata, Media Vuelta, Las Marías; Los Lirios, La Colonia, Santa Delia; las cuales constituyen los principales sitios de abastecimiento de mano de obra para el desarrollo de las actividades productivas. También, se ubica a Puerto Viejo de Sarapiquí, el cual constituye el principal centro urbano de abastecimiento de estas comunidades (Figura 2).

El acceso a la zona se da a través de un único camino principal, los primeros 9 Km son pavimentados, el resto del camino es una mezcla de lastre y tierra. A lo largo del camino pavimentado se desarrollan el cultivo de banano y piña. Los caminos de lastre y tierra que son los de mayor proporción están presentes a lo largo de las actividades ganaderas, plantaciones forestales y bosques naturales. Los entrevistados manifestaron que estos caminos se vuelven intransitables en invierno, únicamente se puede ingresar a la zona con vehículos de doble tracción, dificultando la venta de sus productos.

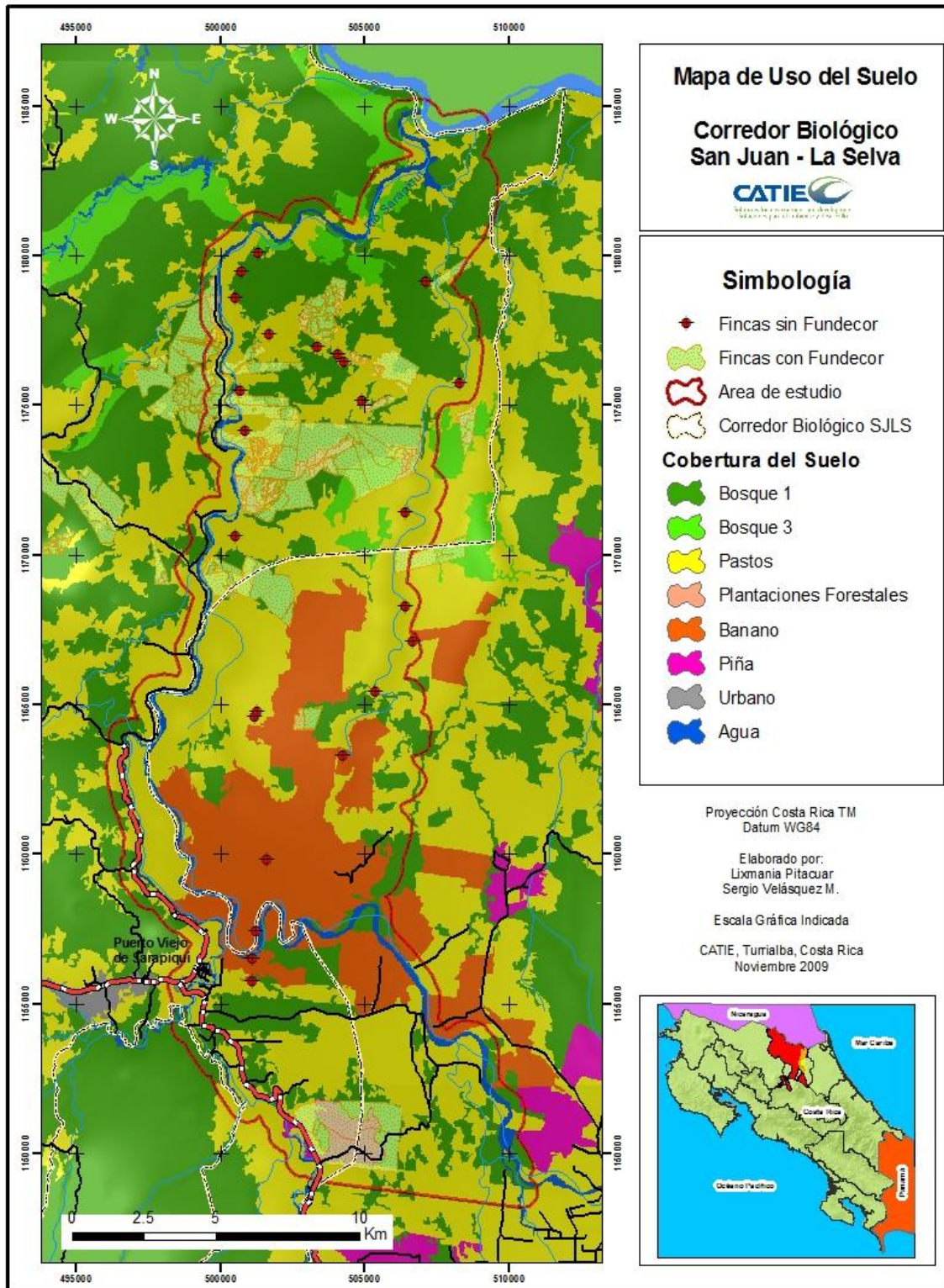


Figura 2. Descripción del área de estudio

El paisaje del corredor biológico posee una matriz bastante heterogénea, conformada principalmente, por bosques primarios, pastizales con fragmentos de bosque remanente y cercas vivas principalmente, poró, plantaciones forestales de melina y áreas de cultivo de banano y piña, esto producto de un proceso de expansión e intensificación de los sistemas agrícolas, relacionado con las condiciones agroecológicas y de accesibilidad, así como, de las dinámicas socioeconómicas de las fronteras agrícolas. Asimismo, el uso del suelo a lo largo del paisaje ha producido la fragmentación del bosque, modificando las escalas de los procesos naturales y provocando efectos devastadores sobre la biodiversidad.

Además, se muestra la ubicación de las fincas entrevistadas durante la recolección de información de campo, donde se identifican claramente las fincas que reciben asistencia técnica de FUNDECOR, como las que no la reciben. Asimismo, se presenta el área de análisis de la teoría localización de Von Thünen, cuyos resultados se presentan más adelante.

4.2 Caracterización de los propietarios de la tierra

El área de estudio se caracterizó por la presencia de fincas que presentaron un intervalo bastante amplio de tamaños que varían desde 25 ha hasta 687 ha.

Se realizaron 46 entrevistas a propietarios que mantienen en sus fincas bosques naturales, plantaciones forestales, ganadería, cultivos de banano y piña. De la totalidad de fincas en estudio, 6 propietarios poseen solo bosque, 6 fincas con bosque y plantación de melina, 2 con plantación de melina, 23 fincas mantienen un área de bosque y actividad ganadera, 6 fincas con actividad ganadera, 2 empresas bananeras, 1 empresa piñera.

El 17 % de los entrevistados no tienen en sus fincas ninguna área de bosque y el 83% tiene un área de bosque asociada con otra actividad productiva, de este porcentaje el 52% de las fincas reciben asistencia técnica de FUNDECOR, tanto en el manejo de bosque como para la incorporación de los propietarios al esquema de PSA bajo la modalidad de protección de bosque y reforestación.

La mayoría de los entrevistados manifestaron su interés en conservar el bosque que mantienen en su finca, dicen ser parte esencial de la propiedad, además, están asegurando el

futuro de sus generaciones. Uno de ellos expresa “*el bosque sin nosotros vive, pero nosotros sin el bosque no vivimos*”. Asimismo, señalan sentir gran satisfacción al observar la cantidad de biodiversidad (aves, monos, mariposas, et) que albergan sus bosques, lo que les motiva aún más a protegerlo y conservarlo. Esto demuestra que los bosques dentro del corredor biológico serán protegidos solo si el valor que la sociedad asigna a sus funciones sea mayor que el que obtiene de explotar sus recursos.

Cabe mencionar, que un 33 % de los propietarios entrevistados no han recibido en ningún momento PSA por los beneficios que ofrecen sus bosques a la sociedad, sin embargo, manifestaron su interés de entrar en el sistema; únicamente, un productor manifestó no tener interés alguno. El 66% de los casos reciben o recibieron PSA en algún momento en la modalidad de conservación de bosque y reforestación, no obstante, muestran su inconformidad por el monto que reciben anualmente, señalan que además de ser una cantidad baja, a esto le descuentan el pago por el servicio de regencia, llegando al dueño del bosque una cantidad insignificante. Pero al mismo tiempo exponen que es mejor recibir poco a nada, ya que la Ley Forestal no les permite hacer cambio de uso.

El 2% de los entrevistados manifestaron su intención de convertir el bosque a otros usos, principalmente, a la actividad ganadería, debido a que los montos de PSA no son suficientes para motivarles a mantener los bosques naturales en su finca. Morse *et al.* (2009) en un estudio realizado en el CBSJLS encontró que el mantenimiento de los bosques naturales está marcado por las condiciones socioeconómicas de los propietarios de las fincas.

Existe la opinión que el incentivo que ofrece FONAFIFO (64\$/ha/año) debería ser mayor para la protección del bosque que para el establecimiento de plantaciones forestales, además, un pago a largo plazo y no por 5 años como lo es actualmente. Por otro lado, manifiestan que el acceso al PSA se hace mucho más difícil debido que cada año se incrementan los requisitos legales.

La dependencia económica de la actividad forestal por parte de los dueños de fincas es mínima, a pesar de ello la mayoría de los bosques se han intervenido por lo menos una vez. Sin embargo, los productores forestales expresan que los beneficios que percibieron para su economía familiar fueron bajos. El 76% de los entrevistados consideran que el bosque no es

una actividad rentable, frente a usos como la ganadería (uso alternativo inmediato que desarrollan en su finca), actividad a la cual se dedican un 75% de los propietarios de fincas. La ganadería es considerada como una actividad rentable en comparación con el manejo de bosque, esto debido a las regulaciones y costos para acceder a los permisos de aprovechamiento forestal, a los intermediarios y a los precios de la madera. Igualmente, destacan a las plantaciones forestales de melina, al cultivo de piña y banano como actividades más rentables.

Adicionalmente, los entrevistados mencionaron que consideran a la actividad forestal como un uso complementario a las actividades agrícolas y/o pecuarias que desarrollan en su finca, las cuales generan la mayor renta neta a su economía familiar.

4.3 Descripción de los usos del suelo

Las fincas se caracterizaron por tener diferentes tipos de cobertura arbórea, que van desde una zona boscosa rica en biodiversidad como los bosques de gavilán-palmas y gavilán-caobilla hasta zonas dominadas por áreas agrícolas (banano y piña) y pecuarias, en el cual muchos hábitats naturales están siendo destruidos. Taylor (2003), menciona que la deforestación y conversión de hábitats naturales en áreas agrícolas resulta en cambios dramáticos en la cobertura arbórea y en un aumento en el uso de pesticidas, herbicidas, fertilizantes y otros insumos agrícolas que pueden tener efectos negativos en la diversidad de las especies vegetales y animales.

La mayor parte de la cobertura del suelo de la zona de estudio la conforman los potreros dedicados a la ganadería bovina (carne y doble propósito), actividad que se desarrolla de manera extensiva. El 27.4% de las fincas del área se dedican al ganado de engorde (carne), el 20.4% tiene un sistema doble propósito (carne y leche). En la ganadería de doble propósito mantienen un hato de ordeño destinado a la venta de queso y crianza de terneros para la venta en pie, en la subasta local. En la ganadería de carne, los ganaderos compran terneros destetados entre 180 a 200 kg y los engordan hasta que alcanzan un peso de 500 a 550 kg en un año. Cabe mencionar, que la mayoría de las fincas ganaderas utilizan cercas vivas en sus potreros principalmente poro y escasamente, madero negro; así como también, retienen árboles

dispersos que provienen de remanente de bosque (menos de 10 árboles por hectárea) para dar sombra al ganado.

Los cultivos de banano y piña se desarrollan de manera extensiva con fines de exportación, principalmente a mercados de EE.UU y Europa. La actividad bananera representa para la economía nacional la segunda fuente de divisas. Durante el año 2008 el área bananera de Costa Rica según CORBANA alcanzó 43.313 ha, lo cual indica un incremento del área cultivada, 5.538 ha se desarrollan en el área de estudio. El ciclo de producción del cultivo es de 10 meses y la renovación se realiza cada 10 años.

El cultivo de piña, actualmente, es uno de los cultivos agrícolas con mayor potencial de mercado internacional y de alta rentabilidad. Costa Rica, está entre uno de los países exportadores más grandes de piña a nivel mundial. El área cultivada se ha extendido considerablemente en los últimos años, según datos recientes (El Financiero 2009), la producción piñera reporta alrededor de 50.000 ha de cultivo. La piña es una actividad que requiere una fuerte inversión monetaria para el establecimiento y mantenimiento del cultivo y obtener cosechas económicamente rentables. El ciclo de producción se lleva a cabo en 12 meses (una cosecha) en unos casos, en otros 20 meses (dos cosechas).

En la zona existe alrededor de 100 ha de plantaciones forestales de melina establecida principalmente, por la empresa Plywood Costarricense, como materia prima para elaborar contrachapados. Sin embargo, pequeños finqueros mantienen un área de plantación; la madera es vendida en los aserraderos locales. El ciclo de rotación de la especie es de 8 años. La mayoría de los propietarios han recibido PSA para el establecimiento de la plantación forestal. Además, se observó una pequeña extensión de plantaciones de *Vochysia spp.*

En términos de área, la segunda actividad ocupa el bosque gavilán-palmas y gavilán-caobilla con un 31.3%, seguida por el cultivo de banano con 18.4%, 1.3% de piña, y 1% por plantaciones forestales (Cuadro 4). Sin embargo, las actividades económicas más importantes la constituyen las actividades agrícolas (piña y banano) seguida por la actividad pecuaria.

Cuadro 4. Descripción y superficie de los usos de la tierra presentes en el área de estudio

Categoría de uso	Usos de la tierra	Área (ha)	Área (%)
Agrícola	Banano	5.538	18.4
	Piña	382	1.3
Pecuaria	Ganado de engorde	8.275	27.4
	Ganado doble propósito	6.141	20.4
Plantaciones forestales	<i>Gmelina arborea</i> (melina)	372	1
Bosque natural	Bosque gavián- palmas	8.617	28.6
	Bosque gavián-caobilla	824	2.7
AREA TOTAL		30.147	100

4.4 Evidencias de organización de los usos del suelo y de los remanentes de bosque en el paisaje

Los resultados antes mencionados muestran evidencias de organización de los usos del suelo en el paisaje, lo que permitió comprender y analizar la distribución de las actividades económicas en el espacio según lo expone Von Thünen en su teoría. Con estas evidencias y haciendo uso de SIG se delimitó el área de análisis de la teoría de localización, los criterios usados fueron la presencia de red de caminos de los poblados, ríos y un centro urbano principal. Definida el área de análisis y haciendo uso de ArcView se realizó el análisis de accesibilidad a partir del cual se determinó los anillos concéntricos de Von Thünen.

El resultado del análisis de accesibilidad son isolíneas equidistantes de igual tiempo de viaje, cada una representa la distancia recorrida en 20 minutos desde Puerto Viejo de Sarapiquí (mercado principal en el estudio) (Cuadro 5). El tiempo de viaje permite determinar cuánto tardaría en llegar una persona desde cualquier lugar de las fincas al mercado central, dependiendo de las condiciones de los caminos.

Cuadro 5. Isolíneas de igual tiempo de viaje, mostrando la distribución porcentual de los bosques y usos alternativos que se desarrollan en el CBSJLS, de Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica

Islóneas (minutos)	Agua	Bosque 3	Bosque 1	Ganado doble propósito	Plantaciones Melina	Ganado carne	Banano	Piña	Urbano
0-42	62	-	36	-	14	57	85	99	100
42-80	14	0.4	23	21	39	-	15	1	-
80-140	5	77	22	14	47	-	-	-	-
>140	19	23	19	8	-	-	-	-	-

Las isóneas muestran una gradiente de ubicación de los usos del suelo en el corredor biológico, parten desde el centro urbano principal, Puerto Viejo de Sarapiquí, hacia el desarrollo de actividades intensivas como el cultivo de banano y piña, hasta las actividades extensivas como las plantaciones forestales y la ganadería de doble propósito. Usos productivos que están sujetos a aspectos socioeconómicos como disponibilidad de mano de obra, condiciones agroecológicas (calidad de suelos, temperatura, luminosidad), vías de comunicación y proximidad a los mercados. Asimismo, la abundancia de los ecosistemas forestales en el paisaje está sujeta a las decisiones económicas de los productores, quienes deciden mantener o eliminar los bosques para dedicar estas tierras a la producción agrícola o pecuaria.

Se determinó que el bosque gavián-palmas es más extenso (8617 ha) que el bosque gavián-caobilla (824 ha), bosque que se encuentra distribuido por toda el área, y se ubica más cerca del centro urbano Puerto Viejo de Sarapiquí. Sin embargo, el bosque gavián-caobilla es menos extenso y se concentra a partir de la isónea 42-80 minutos.

4.4.1 Determinación de los anillos de Von Thünen

A partir del análisis de accesibilidad se determinaron los cuatro anillos de Von Thünen (Figura 3), en los cuales se trató de representar la distribución de los usos de la tierra según la observación empírica realizada en campo. Los anillos muestran un patrón irregular de organización de los usos del suelo con relación al mercado, debido a las características irregulares de los terrenos y al diseño de los caminos.

Cada anillo irregular comparte con varios usos agrícolas, pecuarios y forestales debido al concepto de diversificación de fincas que manejan los propietarios, ya que se benefician con la productividad de toda su finca, sea tanto del ingreso generado por la producción agropecuaria como del ingreso por el área de manejo y/o conservación de los bosques. Abandonando el uso monotemático del suelo; lo cual demuestra como la teoría de localización de Von Thünen se aplica a la realidad costarricense, y no de forma idealizada de círculos perfectos, como lo expone en su teoría en el año de 1.826, dadas las condiciones planas y extensas del paisaje de Hamburgo, Alemania.

Los remanentes de bosque permanecen dispersos en toda el área, y no se concentran en un solo círculo, como lo expone Von Thünen en su estudio. Sin embargo, importantes áreas boscosas se encuentran ubicadas en lugares más alejados del mercado que otros, esto se debe a que actualmente, los bosques se usan con baja intensidad, una vez cada 15 años, a diferencia del cultivo de banano y piña que son actividades más intensivas. Asimismo, según la teoría de localización se muestra que cuando aumenta la distancia de viaje, se reduce la probabilidad de encontrar un cultivo agrícola o pecuario ya que estos tienden a concentrarse en sitios más cercanos al mercado, debido a que son muy sensibles al costo de transporte de la mano de obra, de insumos y de los productos, como se muestra más adelante en el análisis de sensibilidad de cada actividad productiva. Todo esto demuestra que existen evidencias de organización del paisaje de acuerdo con los costos de acceso al mercado.

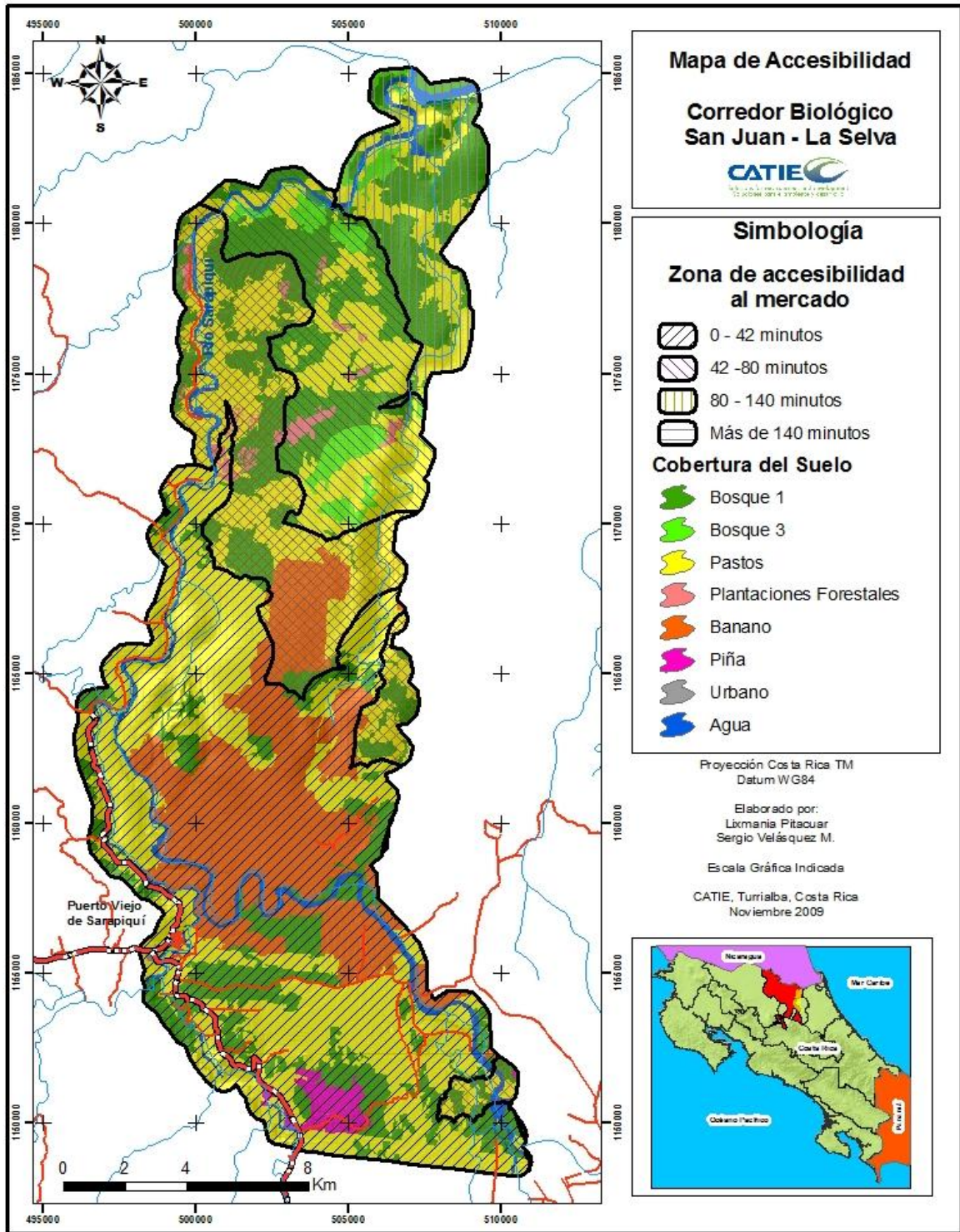


Figura 3. Anillos irregulares de Von Thünen mostrando la distribución de los bosques y usos alternativos del suelo respecto al mercado central de Puerto Viejo de Sarapiquí

También, se aprecia que el bosque 1 es más extenso que el bosque 3, si bien el bosque 1 se distribuye en toda el área, el porcentaje de cobertura forestal donde las actividades agrícolas y pecuarias son más intensivas es menor que cuando son menos intensivas; asimismo, un porcentaje importante de bosque 1 y bosque 3 se mantienen en medio de usos alternativos esto puede deberse a factores legales que prohíben el cambio de uso del suelo (artículo 19 de la Ley Forestal 7575); a problemas de acceso a las fincas (falta de infraestructura vial), a la presencia de zonas de protección, a terrenos poco fértiles, a cambios en la percepción de los propietarios que tienen una mayor conciencia ambiental hacia la conservación de las áreas boscosas, pues son propietarios que no les interesa cortar su bosque; esta preferencia por la liquidez se mide en términos del costo de oportunidad de renunciar al pago de interés mínimo. De igual forma, puede ser porque los pequeños propietarios que viven cerca las bananeras y piñeras no quisieron vender su finca o el área era muy pequeña que no les interesaba comprar para el desarrollo de estas actividades productivas. O quizá se deba a que estas empresas exportadoras tienen un limitado nicho de mercado que no les permite expandirse más.

Los pastos comparten un área importante con actividades mucho más rentables como son el banano y la piña; estos cultivos no tradicionales aumentan o disminuyen el área de producción según las condiciones del mercado, sin embargo, en una eventual expansión de estos cultivos el área de pastos sería usada para su producción. Por lo tanto, la ganadería constituye la principal actividad que amenaza a los bosques, dado que es el uso alternativo inmediato; además, es una actividad arraigada en la cultura de los costarricenses desde la época de la colonia.

Para determinar si la rentabilidad de las actividades productivas influye en la ubicación de los usos del suelo en el paisaje, se realizó un análisis de inversiones usando como herramienta económica el valor esperado de la tierra (VET) como se detalla a continuación:

4.5 Análisis de inversiones del bosque natural y usos alternativos del suelo

En el Cuadro 6 se resume los resultados del análisis de la eficiencia económica del bosque gavilán-palmas y gavilán-caobilla y de usos alternativos del suelo que crean presión

sobre el bosque. Los valores del VB y del VET máximo muestran que las actividades agrícolas y pecuarias son más rentables que el manejo de bosque natural no siendo un uso competitivo de la tierra comparada con el valor de estas actividades alternativas. Resultados que representan la situación actual de rentabilidad del manejo de bosque en Costa Rica.

Cuadro 6. Rentabilidad del manejo de bosque gabilán-palmas y gabilán-caobilla y de usos alternativos del suelo que se desarrollan en Puerto Viejo de Sarapiquí, Costa Rica

Usos del suelo	VB/VET máximo (¢/ha)
Bosque tipo 1: Gabilán-palmas	260.970
Bosque tipo 3: Gabilán-caobilla	111.464
Banano	7.377.342
Piña	9.869.000
Ganadería de doble propósito	1.037.711
Ganadería de carne	842.591
Plantaciones forestales de melina	5.040.494

A continuación se detallan los resultados del análisis de la eficiencia económica por uso del suelo:

4.5.1 Análisis de inversiones del bosque natural tropical

El VET muestra que el bosque gabilán-palmas alcanza un valor de 260.970 ¢/ha con un ciclo de corta (CC) de 15 años y el bosque gabilán-caobilla un valor de 111.464 ¢/ha con un CC de 11 años (Anexo 2). Los resultados obtenidos muestran una pérdida de valor del bosque (VB); los valores para los dos tipos de bosque están por debajo del precio de mercado de la tierra, de acuerdo al criterio de aceptación el aprovechamiento forestal de bosque no es una inversión rentable. Esto concuerda con lo encontrado por Meza (2008) en un estudio similar en la región Norte y Atlántica de Costa Rica donde señala que el manejo de bosque gabilán-palmas y gabilán-caobilla a una intensidad de aprovechamiento baja no es una actividad rentable, ya que el VB no supera al criterio de aceptación. Zea (2003) en un estudio realizado en Nicaragua, demostró que intensidades bajas de aprovechamiento provocan que el manejo de bosque no sea una actividad rentabilidad.

Otros estudios sobre la rentabilidad del manejo de bosque natural y su competitividad respecto a otros usos de la tierra realizados por Kishor y Constantino (1993); Navarro y Bermúdez (2006) determinaron que el manejo de bosque no es económicamente competitivo con otros usos de la tierra y que los propietarios de bosques prefieren convertir sus bosques a potreros o plantaciones forestales. Zea (2003) Asimismo, Nieuwenhuys *et al.*, (2000) señala que las plantaciones de teca y melina son atractivas opciones de uso de la tierra, mientras que los bosques naturales manejados no lo son. Además, menciona que los ingresos de los bosques naturales deben aumentar un 440% para que sea económicamente más atractiva que otras opciones de uso del suelo, como la producción de ganado de carne. Wunder y Verbist (2003) afirman que la mayor rentabilidad de la agricultura es el principal factor económico subyacente de la conversión de tierras forestales para otros usos. Por lo tanto, el bosque se protegerá cuando el valor de sus servicios ambientales se equipare con el costo de oportunidad de los demás usos del suelo (Keipi, 2000; Barrantes, 2006).

Se determinó que los costos de acceso a la legalidad para el aprovechamiento forestal son las actividades que afectan significativamente a la rentabilidad de la actividad forestal, incentivando a los dueños de bosque a optar por alternativas ilegales, ya que la legislación forestal no le da otras opciones. Esto coincide con lo encontrado por Navarro *et al.* (2006) quien determinó que las regulaciones y restricciones de manejo de bosque natural, los trámites y la intermediación ocasionan que la rentabilidad disminuya considerablemente, provocando que el manejo de bosque sea una actividad competitiva como uso de la tierra. En este contexto, para fomentar el uso sostenible del recurso forestal, se debe simplificar los trámites y los requisitos técnico-administrativos que permitan a los propietarios de bosques el acceso al recurso y a prevenir la tala ilegal, ya que esta pérdida de competitividad del sector forestal constituye una consecuencia de las políticas forestales aplicadas en los últimos años (OET 2008).

Para compensar la pérdida de rentabilidad del manejo forestal ocasionada por la legislación forestal y mejorar la valoración de los bosques el Estado debe implementar políticas forestales eficientes y coherentes que garanticen la protección, la conservación de la biodiversidad y el manejo de los bosques. Una de las soluciones más promisorias es que la sociedad pague un monto por los servicios ambientales que recibe, mediante un mecanismo fiscal como lo

constituye el pago por servicios ambientales. Desde el punto de vista de políticas públicas, el pago por servicios ambientales es una alternativa prometedora para minimizar el impacto sobre las funciones de los ecosistemas forestales (Campos *et al.*2007).

4.5.1.1 Análisis de sensibilidad

Los resultados del análisis revelan que la tasa de descuento influye de manera significativa sobre la rentabilidad del manejo de bosque gavián-palmas, es así, que para un inversionista internacional o paciente que invierte a una TMA más baja (1.44%) el VB aumenta considerablemente a 809.977 ¢/ha con relación al VB de 260.970 ¢/ha del inversionista nacional o impaciente que tiene que invertir a una TMA más alta (3.51%) y al VB del inversionista deudor (9.31%) que disminuye a 38.562 ¢/ha. La pérdida de rentabilidad entre el inversionista internacional y el inversionista nacional es de 549.007 ¢/ha y entre el inversionista nacional y el inversionista deudor de 222.408 ¢/ha. No obstante, el CC se ve poco afectado cuando se aumenta la TMA de 3.51% a 9.31%, pasando de un CC de 15 años a 14 años. Estos resultados se comporta de acuerdo a la literatura donde dice que a menores tasas de descuento aumenta el turno de corta, y que con altas tasas de descuento el turno de corta óptimo disminuye (Klemperer 1996).

En el manejo de bosque gavián-caobilla la TMA también influye considerablemente sobre la rentabilidad para los tres tipos de inversionistas, la actividad no es rentable a ninguna TMA. Por otra parte, el CC no se ve afectado al aumentar o disminuir la TMA, esto se justifica debido a que el comportamiento del volumen muestra una disminución que puede haber sido ocasionada por factores ambientales o por el grado de intervención forestal. En el Cuadro 7 se muestra el cambio del valor del bosque gavián palmas y bosque gavián-caobilla según las variaciones de los factores mencionados anteriormente:

Cuadro 7. Análisis de sensibilidad “ceteris paribus” del VB según cambios en la tasa de descuento, precio implícito de la madera y PSA para el bosque gavilán-palmas y gavilán-caobilla

Escenario del análisis	VB (¢/ha)	CC	VB (¢/ha)	CC
	gavilán-palmas	años	gavilán-caobilla	Años
Base (3.51%, 25¢/pmt, sin PSA)	260.970	15	111.464	11
Tasa de descuento (1.44%)	809.977	15	350.964	11
Tasa de descuento (9.31%)	38.562	14	12.831	11
PSA pago por 5 años (desde año 3 -7)	652.087	8	540.330	11
PSA pago continuo	1.176.829	15	1.027.324	11
Costo de transporte a Ciudad Quesada (90Km) 40 ¢/pmt	182.599	15	47.853	11
Costo de transporte a San José (115Km) 50 ¢/pmt	130.352	15	5.445	11

Un aumento de la distancia al punto de venta de la madera provoca un aumento del costo de transporte de la madera. Para el bosque gavilán-palmas se obtiene una mayor rentabilidad de 260.970 ¢/ha cuando se vende en Puerto Viejo de Sarapiquí a 35 Km, valor que disminuye a 182.599 ¢/ha a 90 Km en Ciudad Quesada a y 130.352 ¢/ha a 115 Km en San José, representando una disminución significativa de la rentabilidad con respecto al caso base de 78.371 ¢/ha y 130.618 ¢/ha, respectivamente. Para el caso del bosque gavilán-caobilla, vender la madera en Puerto Viejo de Sarapiquí a 35 Km representa un valor de 111.464 ¢/ha, con relación a un aumento de las distancia a 90 Km (Ciudad Quesada) y 115 Km (San José) cuyos valores son 47.853 ¢/ha y 5.445 ¢/ha, respectivamente, rentabilidad que disminuye a medida que aumenta la distancia. No obstante, el CC se mantiene en 15 años para bosque gavilán-palmas y en 11 años para el bosque gavilán-caobilla. Sin importar el punto de venta de la madera el VB no llega a superar al precio de mercado de la tierra. Navarro (2004) menciona que a mayor distancia de los mercados, mayor los costos de transporte, menor el precio implícito de la madera en pie, menor el ingreso y la rentabilidad, lo que coincide con los resultados encontrados en este estudio.

El PSA muestra variaciones significativas sobre la rentabilidad de los dos tipos de bosque. En el caso del bosque gavilán-palmas al comparar el VB del caso base (no recibe PSA)

con el VB de los dos esquemas de pago de PSA propuestos, se observa que las mayores diferencias se dan entre el caso base y el pago de PSA continuo, el VB aumenta de 260.970 ¢/ha/año a 1.176.829 ¢/ha/año, mientras que si el pago se efectúa por 5 años el valor baja a 652.087 ¢/ha/año. Para el caso del bosque gavilán-caobilla el pago de PSA continuo aumenta el valor de 111.464 ¢/ha/año a 1.027.324 ¢/ha/año, mientras que el pago de PSA por 5 años aumenta a 540.330 ¢/ha/año, presentando una pérdida de rentabilidad de 486.994 ¢/ha/año con referencia al pago de PSA continuo. El CC del bosque gavilán-palmas se mantiene en 15 años para el caso base y baja a 8 años para un pago a 5 años. Sin embargo, en el bosque gavilán-caobilla el CC no cambia con ninguno de los escenarios de PSA. Los resultados muestran que existe un mayor beneficio sobre la rentabilidad en los dos tipos de bosque al realizar un pago de PSA continuo que un pago a 5 años o no realizar ningún pago. Sin embargo, con estos escenarios el productor no puede dedicarse al aprovechamiento forestal por que la inversión no es rentable aún recibiendo un pago de PSA continuo; para ello el productor requiere pagos mucho más altos para que la inversión sea rentable y poder competir con actividades alternativas mínimas.

Estos resultados demuestran que los valores del bosque obtenidos están lejos de los precios de mercado del bosque (2.000.000 ¢/ha), y que la rentabilidad no mejora aunque las condiciones de mercado sean favorables (disminución costo de transporte, pago de PSA), ni siquiera un pago de PSA permanente logra compensar esa pérdida de rentabilidad. Esto explica porque algunos dueños de bosque dedican sus tierras a actividades más rentables, a pesar que el cambio de uso está prohibido por la Ley Forestal 7575 (establecida como medida precautoria para proteger los bosques). Esto coincide con un estudio realizado por Angelsen (2007) quien menciona que cambios en la renta de los bosques frente a usos no forestales conducen a la deforestación. Sin embargo, si se aumenta el monto del PSA hasta alcanzar el precio de mercado de la tierra para bosque, se logra al menos competir con la rentabilidad del uso alternativo inmediato como es la ganadería, ya que difícilmente los bosques 1 y 3 podrían competir con la rentabilidad de piña o banano, dado que el monto anual sería demasiado alto, para ser cubierto por los beneficiarios de los ecosistemas forestales.

4.5.2 *Análisis de inversiones de plantaciones forestales*

Considerando un ciclo de rotación de 8 años, sin pago por servicios ambientales (PSA) y una TMA de 3.51%, el VET máximo de la actividad forestal fue 5.040.494 ¢/ha. De acuerdo, con el criterio de aceptación de la fórmula de Faustmann, se concluye que el proyecto de reforestación es aceptable ya que supera al precio de la tierra (3.000.000 ¢/ha). Esto explica porque las plantaciones forestales en el corredor biológico se están expandiendo. Resultados que difieren con los encontrados por Corella (2009), en la zona Norte Atlántica de Costa Rica quien ubica a la melina dentro del grupo de especies con rentabilidad baja.

4.5.2.1 **Análisis de sensibilidad**

Las plantaciones forestales de melina son muy sensibles a las variaciones en la TMA para los tres tipos de inversionista. Para el prestamista internacional y prestamista nacional la inversión es rentable, mientras que para el inversionista deudor la actividad no es aceptable, debido a que el VET es menor al precio de la tierra (3.000.000 ¢/ha), esto afecta tanto al inversionista que recibe PSA como al que no recibe (Cuadro 8). Resultados similares a los encontrados por Corella (2009) en un estudio sobre la rentabilidad de plantaciones forestales en la zona Norte Atlántica, Costa Rica, donde indica que la TMA es la variable que más influye sobre la rentabilidad de las plantaciones forestales entre estas las plantaciones de melina.

Cuadro 8. Análisis de sensibilidad con respecto a variaciones en la tasa de descuento, costo de transporte y pago de PSA por 5 años para Gmelina arborea, en Puerto Viejo de Sarapiquí

Escenario del análisis	VET (¢/ha)	ERO	VET (¢/ha)	ERO
	sin PSA		con PSA	
Base (3.51%, 25¢/pmt)	5.040.493	8	6.628.020	8
Tasa de descuento (1.44%)	13.778.626	8	17.458.125	8
Tasa de descuento (9.31%)	1.278.401	8	1.989.932	6
Costo de transporte a Ciudad Quesada (90Km) 40 ¢/pmt	3.162.975	8	4.995.446	6
Costo de transporte a San José (115Km) 50 ¢/pmt	1.911.296	8	3.933.629	6

Un cambio en el costo de transporte de la madera a distintos mercados afecta la rentabilidad de la inversión, es así, que cuando la distancia al mercado es mayor el costo de

transporte aumenta y disminuye el VET de 5.040.493 ¢/ha a 1.911.296 ¢/ha cuando se comercializa la madera en San José a 115 Km, significando una disminución de 3.049.197¢/ha al compararlo con el caso base; asimismo, vender en Ciudad Quesada a 90 Km hace que la rentabilidad sea de 3.162.975 ¢/ha, valor superior que vender la madera en San José pero inferior con respecto al caso base. De estos resultados, se desprende que a mayor distancia de los mercados, mayor el costo de transporte, menor el precio implícito de la madera en pie, menor el ingreso, siendo este el principio de la ubicación espacial de Von Thünen de la producción respecto a los mercados.

Un estudio realizado por Corella (2009) en la zona Norte Atlántica de Costa Rica, confirma los resultados de este estudio, quien menciona que un aumento de la distancia donde se procesa la madera de melina disminuye la rentabilidad, en cambio, si la distancia de procesamiento disminuye la rentabilidad aumenta. Además, se confirma lo expuesto por Guerra (1992) que indica que los productos con mayores costos de transporte con relación a su valor se producirán más cerca de los lugares de consumo que los que tienen un costo bajo de transporte.

4.5.3 Análisis de inversiones de la ganadería

El valor del VET obtenido para la ganadería de carne fue de 842.591.04 ¢/ha, considerando una TMA de 3.51% y un ciclo productivo de 12 meses. El VET para la ganadería de doble propósito fue de 1.037.711 ¢/ha. Tomando en cuenta que el precio de la tierra apta para la ganadería es 3.000.000 ¢/ha, la actividad no es rentable como uso competitivo de la tierra. Sin embargo, los ingresos obtenidos se mantienen atractivos para los productores, quienes mencionaron que a pesar de ser ingresos bajos estos les permiten satisfacer por lo menos sus necesidades básicas, además, dicen ser la única actividad que ellos saben hacer, que es parte de su cultura arraigada desde sus antepasados. Estudios sobre la eficiencia económica de la ganadería de doble propósito realizados por Rüginitz (2004) en Muy Muy, Nicaragua y Rojas (2010) en Esparza, Costa Rica, determinaron que la ganadería de doble propósito producida en forma convencional no es rentable, en ninguno de los casos logra superar al precio de la tierra, resultados que concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, a pesar que las dos zonas presentan condiciones climatológicas y ecológicas diferentes.

La ganadería de doble propósito es más rentable que la ganadería de carne, esto se explica debido a que en el ganado de engorde se requiere hacer una mayor inversión en suplementos alimenticios y mantenimiento de los pastos mejorados.

4.5.3.1 Análisis de sensibilidad

La actividad ganadera es muy sensible a la variación de la TMA. Para el caso de la ganadería de doble propósito un aumento de la TMA disminuye el valor del VET de 1.037.711¢/ha a 348.058 ¢/ha y para la ganadería de carne de 848.124 ¢/h a -140.672¢/ha con respecto al inversionista nacional (caso base), mostrando una pérdida de rentabilidad entre el inversionista nacional y el inversionista deudor de 689.653 ¢/ha y de 988.796 ¢/ha, respectivamente. Por otra parte, el cambio de la TMA del prestamista paciente (1.44%) a la TMA del inversionista deudor (9.31%) provoca una disminución de la rentabilidad de 2.277.444 ¢/ha para ganado de doble propósito. Sin embargo, los valores del VET están lejos de los precios del mercado de la tierra para la actividad ganadera, que es la referencia para poder aceptar la inversión. Los resultados obtenidos del VET se muestran en el Cuadro 9.

La mano de obra presenta variaciones significativas en la rentabilidad; un aumento en el costo de la mano de obra hace que el valor del VET disminuya considerablemente, hasta el punto de llegar a un valor del VET negativo con relación al caso base, mientras que una disminución del costo de la mano de obra aumenta el VET a 2.391.363 ¢/ha para ganadería de doble propósito y de 1.747.768 ¢/ha para ganadería de carne. Con lo expuesto anteriormente, se concluye que a pesar que la ganadería requiere contratar poca mano de obra para su desarrollo, el efecto de la variación del costo en la mano de obra hace muy sensible a la actividad.

Un aumento en los costos de transporte con relación a los mercados de comercialización del ganado de carne produce una reducción del VET de 848.124 ¢/ha a 696.690 ¢/ha, si se vende en San José a 100 Km, mientras que si el costo de transporte disminuye a medida que se acerca al mercado el VET aumenta a 949.081 ¢/ha (25 Km La Colonia). Igual situación ocurre en el caso de ganado de doble propósito. Por lo tanto, las inversiones solo se permitirán en lugares cercanos a los centros de procesamiento de la carne, ya que cuanto más lejos esté el productor del mercado, mayores son los gastos en transporte.

Cuadro 9. Análisis de sensibilidad tomando en cuenta variaciones en la tasa de descuento, precio implícito del producto en la finca y precio de la mano de obra para ganadería de carne y doble propósito

Escenario del análisis	VET (¢/ha) Ganado doble propósito	Escenario del análisis	VET (¢/ha) Ganado carne
Base (3.51%, 60 Km)	1.037.711	Base (3.51%, 60 Km)	848.124
Tasa de descuento (1.44%)	2.625.502	Tasa de descuento (1.44%)	3.132.338
Tasa de descuento (9.31%)	348.058	Tasa de descuento (9.31%)	-140.672
Precio mano de obra +20%	-315.941	Precio mano de obra +20%	-51.520
Precio de mano de obra -20%	2.391.363	Precio de mano de obra -20%	1.747.768
Costo de transporte a Colonia (25 Km) 5000 ¢/animal	1.079.722	Costo de transporte a Colonia (25 Km) 5000 ¢/animal	949.081
Costo de transporte a San José (100 Km) 12000 ¢/ animal	981.696	Costo de transporte a San José (100 Km) 10000 ¢/animal	696.690

4.5.4 Análisis de inversiones del cultivo de banano y piña

El VET máximo del cultivo de banano es de 7.377.342 ¢/ha (12.942 \$/ha) con un ciclo productivo óptimo de 10 años; la inversión es rentable ya que supera al precio del mercado de la tierra para este tipo de actividad (6.000.000 ¢/ha). Esta afirmación concuerda con un estudio realizado por Martinuz (2005) en la provincia de Limón, quien determinó que el banano es una actividad rentable, el VET (8.806 \$/ha) es menor al obtenido en este estudio, sin embargo, el ciclo productivo es igual a 10 años. Estos resultados difieren con el encontrado por Navarro y Bermúdez (2006) en la zona Atlántica de Costa Rica, donde el cultivo de banano no es rentable desde el punto de vista de la teoría de inversiones, ya que el VET (5.745 \$/ha) está por debajo del precio de mercado de la tierra.

El monto máximo del VET alcanzado por el inversionista de piña fue de 9.869.000 ¢/ha, valor superior al precio de mercado de la tierra para el desarrollo del cultivo. De acuerdo al criterio de aceptación la inversión se considera rentable. Navarro y Bermúdez (2006) reportaron un VET (7.860.679 ¢/ha) cercano al encontrado en este estudio, haciendo la inversión rentable desde el punto de vista financiero ya que revaloriza al activo tierra.

4.5.4.1 Análisis de sensibilidad del cultivo de banano y piña

Los dos cultivos son muy sensibles a las variaciones en la tasa de descuento, esto se explica debido a que son actividades que requieren mucha inversión para su producción. En el caso del banano un aumento de la TMA (9.31%) con respecto a la situación base (3.51%) hace que los valores del VET disminuyan de 7.377.342 ¢/ha a 2.781.454 ¢/ha; mientras que en la piña el VET disminuye de 9.869.000 ¢/ha a -3.061.855 ¢/ha, el efecto de la variación es tan fuerte en este cultivo que hace el valor negativo; de igual manera, una disminución de la TMA (1.44%) aumenta los valores del VET a 17.949.817 ¢/ha con respecto a la situación base, igual situación ocurre con el cultivo de piña donde el valor del VET aumenta a 39.745.603 ¢/ha.

Se concluye, por lo tanto, que estos dos cultivos son muy sensibles a la TMA, incluso hacen que la rentabilidad sea negativa como sucede en el cultivo de piña. Así, una tasa alta afecta las inversiones de largo plazo, mientras que tasas menores provocan menos efectos en las inversiones y hace que sean más rentables, esto concuerdan con Navarro y Bermúdez (2006) quienes indican que el cultivo de banano y piña son bastante sensibles a la variación de la TMA, que el VET llega a valores donde la inversión no es aceptable, ya que no supera al precio de la tierra. También, confirma lo expuesto por Filius (1992) en la literatura quien menciona que una inversión con tasas de descuento altas, disminuye los valores presentes calculados.

En el Cuadro 10 se ilustra el efecto de estas variaciones en el VET, bajo el análisis en condiciones *ceteris paribus*, en donde sólo se varió un factor a la vez, dejando los otros constantes.

Cuadro 10. Análisis de sensibilidad de cultivo de banano y piña considerando cambios en la tasa de descuento, en el costo de transporte y en la mano de obra

Escenario del análisis	VET (¢/ha) Banano	ERO	Escenario del análisis	VET (¢/ha) Piña	ERO
Base (3.51%)	7.377.342	10	Base (3.51%, 20 ¢/fruta)	9.869.000	12
Tasa de descuento (1.44%)	17.949.817	10	Tasa de descuento (1.44%)	39.745.603	12
Tasa de descuento (9.31%)	2.781.454	10	Tasa de descuento (9.31%)	-3.061.855	12
Precio mano de obra +20%	4.617.675	10	Precio mano de obra +20%	-7.691.484	12
Precio de mano de obra -20%	10.137.009	10	Precio de mano de obra -20%	27.429.485	12
Costos de transporte (25 Km)	9.041.810	10	Costo de transporte (35 Km)	5.101.624	12
Costos de transporte (85Km)	4.048.406	10	Costo de transporte (50 Km)	334.247	12

Al ser la mano de obra el principal insumo de producción en el cultivo del banano y piña, una variación en su precio tiene un efecto importante sobre la producción de estos cultivos, es así, que un aumento del 20% en el costo de la mano (considerando el costo de transporte diario de los trabajadores) disminuye el valor del VET considerablemente. En el cultivo de piña el efecto de la variación es tan fuerte que hace el valor negativo (-7.691.484 ¢/ha), en cambio una disminución del costo de la mano de obra aumentan el VET a 10.137.009 ¢/ha para el cultivo de banano y de 27.429.485 ¢/ha para piña.

Cabe mencionar, que la inversión en mano de obra representa un 20% de los costos totales incurridos en la producción de estos cultivos, valor que muestra evidencias de porque estos cultivos de exportación se ubican en áreas más cercanas al mercado, debido a que representa una gran inversión el trasladar mano de obra todos los días; los costos aumentarían más si se transportara la mano de obra a sitios más alejados, lo que afectaría considerablemente la rentabilidad.

Un aumento de la distancia al mercado de venta del producto aumenta el costo de transporte y disminuye la rentabilidad, asimismo, una disminución del costo de transporte da como resultado un aumento de la rentabilidad. Esto concuerda con lo expresado por Von

Thünen, quien manifiesta que los productos con altos costos de transporte se van a producir más cerca de los lugares de procesamiento.

4.5.5 Interacción de los usos del suelo con relación a la distancia del mercado y a la TMA

En la Figura 4 se presenta la interacción de todos los usos de la tierra con relación a las distancias del mercado, usando una misma tasa de descuento (3.51%). La figura muestra que los usos agrícolas (banano y piña) son muy sensibles a la distancia del mercado (costos de transporte), debido a que son actividades muy intensivas, que requieren el uso de mano de obra e insumos todos los días. En cambio, los usos forestales debido a que se sacan los productos cada 15 años no son tan sensibles, razón por la cual se concentran en lugares más alejados del mercado. Estos resultados explican porque las actividades productivas con altos costos de transporte se ubican en lugares más cercanos al mercado central.

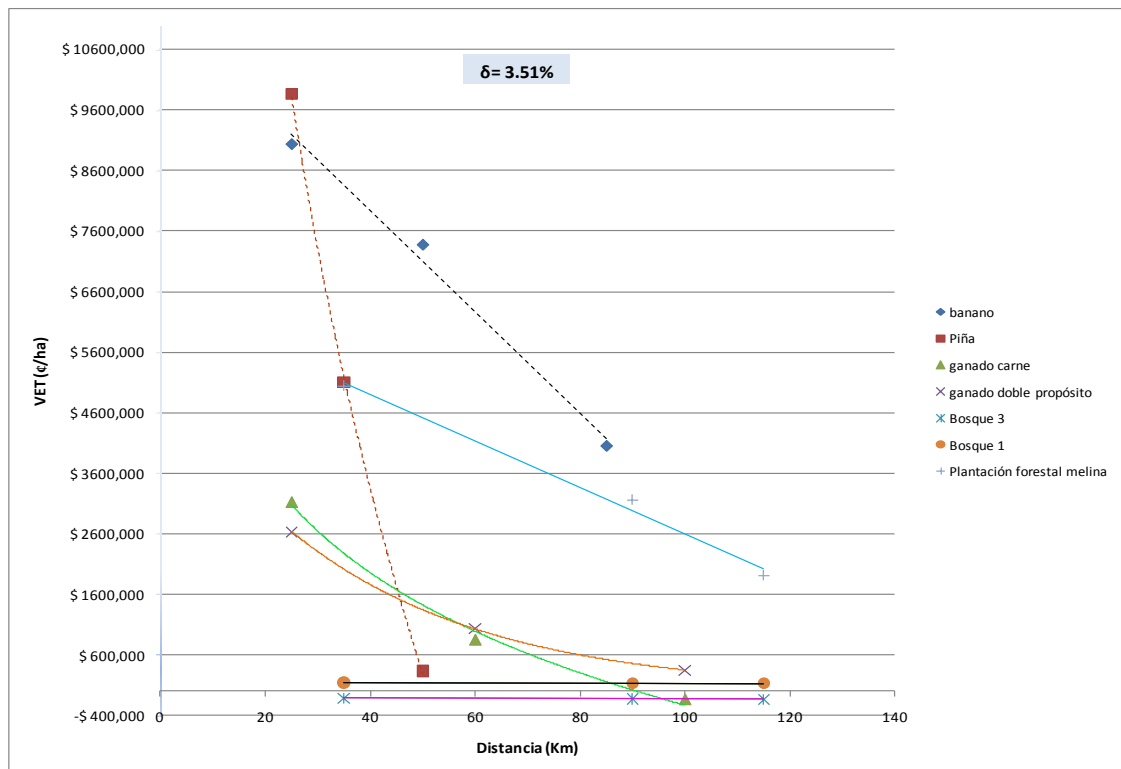


Figura 4. Análisis de sensibilidad del banano, piña, plantación de melina, ganado de carne y doble propósito, bosque 1 y bosque 3 con relación a la distancia del mercado

En la Figura 5 se observa que el bosque 1 y el bosques 3 son más sensibles a la TMA debido a que se requiere más tiempo para aprovechar comparado con las plantaciones forestales que tienen un ciclo de rotación de corto plazo. Para el caso de la actividad pecuaria, el ganado de carne es más sensible ya que requiere más capital para su producción, comparado con el ganado de doble propósito que es menos intensivo en mano de obra, por ende en capital.

Los cultivos agrícolas como la piña y el banano son muy sensibles a cambios en la tasa de descuento. Sin embargo, el cultivo de piña es más sensible que el cultivo de banano, ya que esta actividad requiere una alta inversión en capital para su producción, para lo cual necesita realizar créditos sujetos a las fluctuaciones del mercado de capitales, a pesar que los productores que se dedican a la producción de estas actividades se supone tienen un buen nivel de liquidez.

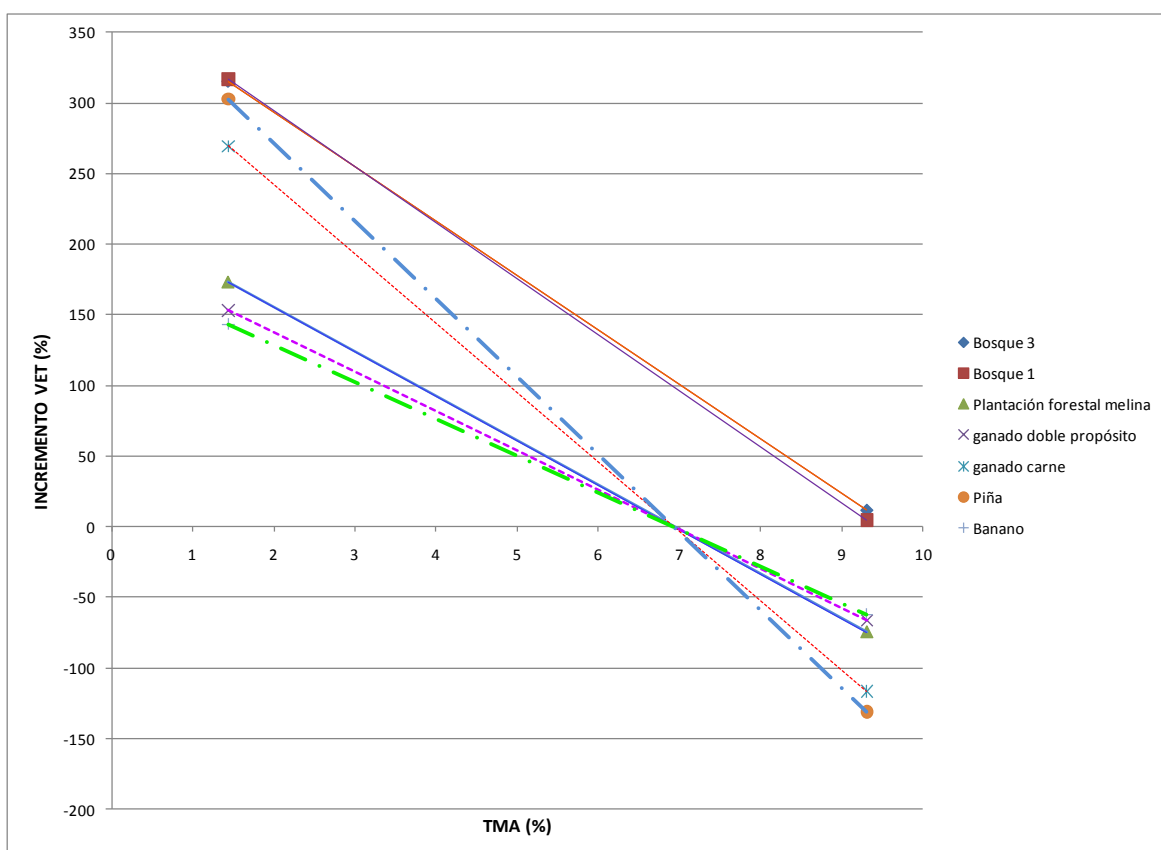


Figura 5. Análisis de sensibilidad del banano, piña, plantación de melina, ganado de carne y doble propósito, bosque 1 y bosque 3 con relación a las tasas de descuento

4.6 Determinación del monto de compensación para los dueños de bosque

Los resultados del cálculo del VET determinaron que el manejo de bosque (gavilán-palmas y gavilán-caobilla) constituye la actividad de menor rentabilidad comparada con la generada por el cultivo banano y piña, constituyéndose en atractivas opciones de uso del suelo; seguida por las plantaciones forestales de melina que son más rentables que la ganadería de doble propósito y la ganadería de carne (Cuadro 6).

Para ilustrar con más detalle los resultados antes mencionados en la Figura 6 se presenta el método de la mejoría simple (*simple betterness*); este método permite un análisis no solo en el ámbito del mercado sino de la economía ambiental; está compuesto por dos cuadrantes: en el cuadrante izquierdo se representa la rentabilidad (¢/ha) de cada sistema productivo y en el cuadrante derecho el bien público por medio de su aporte de servicios ambientales de biodiversidad por uso del suelo.

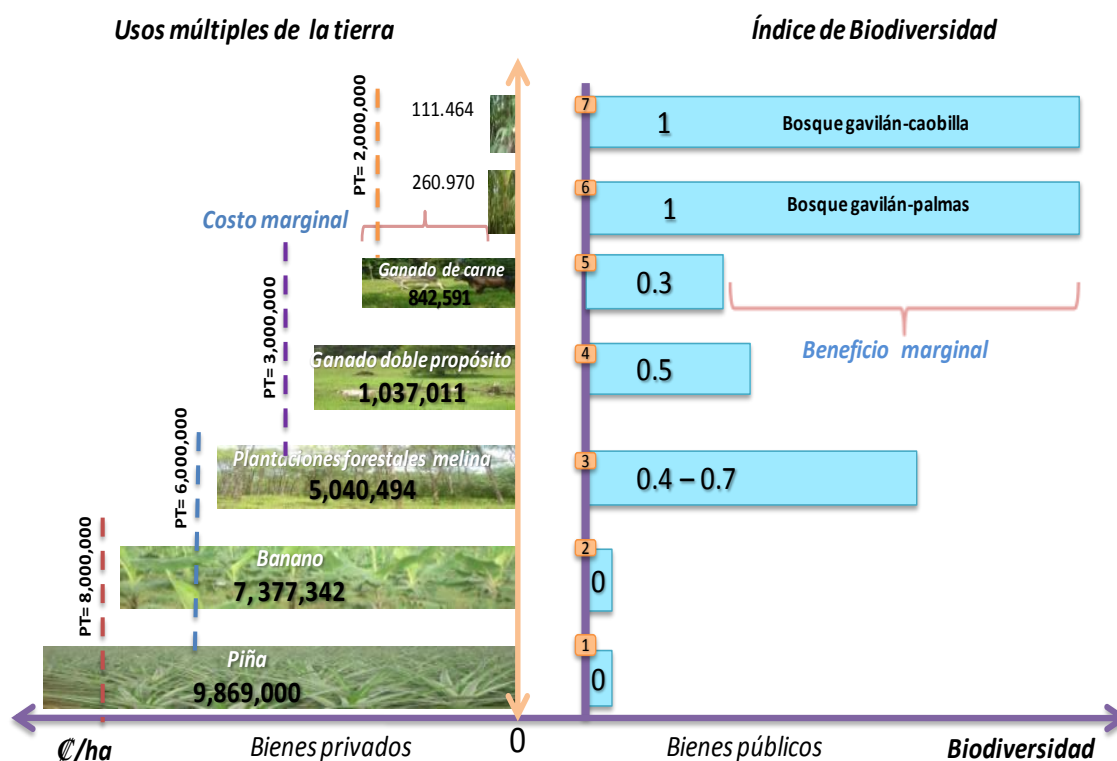


Figura 6. Método de la mejoría simple mostrando la rentabilidad de los usos del suelo y su aporte de biodiversidad

Existen dos formas de evaluar una misma actividad productiva: la primera es a través de la valoración no monetaria de un bien público como es la biodiversidad, para ello se utilizó un índice de biodiversidad elaborado por el Proyecto Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas (Cuadro 3), impulsado por la comprensión que los paisajes naturales cuentan con altos niveles de biodiversidad en comparación con los paisajes agropecuarios. Ya que cuando se habla de servicios ambientales existe la necesidad de asegurar la conservación de extensas áreas de bosques naturales para preservar la biodiversidad y proporcionar servicios valiosos para el bienestar de la sociedad. Así, al ser los bosques gavilán-palmas y gavilán-caobilla, los usos productivos que aportan mayor cantidad de servicios ambientales de biodiversidad que cualquier otro uso productivo de la tierra, la sociedad tendría que retribuir el esfuerzo del propietario mediante un pago de PSA para seguir recibiendo los beneficios que estas importantes áreas boscosas proporcionan y sostener a perpetuidad esta oferta de bienes y servicios ambientales, por encima de las fuerzas del mercado sobre el ordenamiento del paisaje

La segunda forma (cuadrante izquierdo) de evaluar es desde el punto de vista privado con un índice monetario, es un valor presente. Los resultados muestran que el manejo de bosque gavilán-palmas (uso productivo 6) y el bosque gavilán-caobilla (uso productivo 7) son la actividad que se encuentran en la peor condición de rentabilidad con relación a la rentabilidad de los demás usos productivos, sin embargo, representa la alternativa que aporta la mayor cantidad de biodiversidad. En este contexto, si se quiere que los dos tipos de ecosistemas estén presentes en un paisaje ordenado por el mercado, de manera que la sociedad pueda seguir disfrutando de los servicios ecosistémicos la sociedad debería compensar a los dueños de la tierra el costo de oportunidad que significa dejar el suelo bajo cobertura forestal versus el uso alternativo mínimos como es la ganadería (uso que genera la menor ganancia), que representa un costo marginal (CM) y una pérdida del valor presente para el productor, pero a su vez un beneficio marginal (BM) para la sociedad, en términos de servicios ambientales, valorizando el bosque, reduciendo la deforestación y la degradación de los recursos forestales.

4.6.1 Costo de oportunidad de la tierra y montos a compensar por anillo a los propietarios con bosque natural

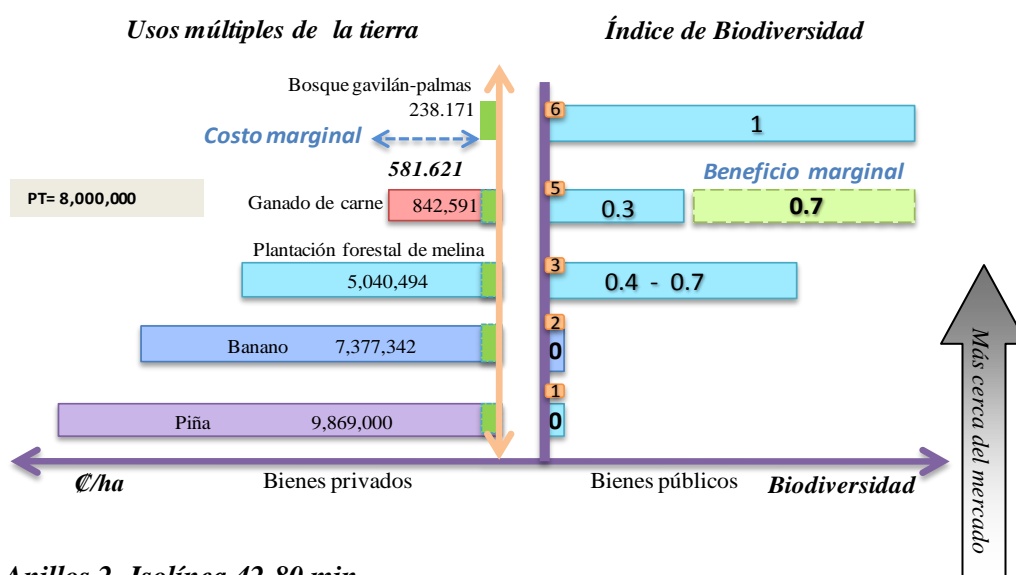
A partir de la figura general del método de la mejoría simple se representó los cuatro anillos irregulares (Figura 7) que muestran la ubicación espacial de los usos del suelo en el paisaje con respecto al mercado local; organización que permite evidenciar la competitividad del bosque 1 y bosque 3 frente a usos alternativos. Así como también, definir los montos compensatorios de PSA por diversidad biológica para que el manejo de bosque natural sea igual de competitivo en tierras con altos costos de oportunidad, ya que mantener ecosistemas forestales implica la renuncia de un costo marginal o ingresos potenciales que generaría una actividad económica en estas tierras, debiendo compensar al propietario el equivalente al costo de oportunidad de dejar su finca en protección.

Anillo 1 (0-42 min). Únicamente, un 14% de bosque gavilán-palmas se encuentra dentro de este anillo y el 86% restante abarca la producción del cultivo de banano y piña (cultivos de agro-exportación), de plantaciones de melina y de pastos dedicados a la ganadería de carne. Este porcentaje de bosque tiene altos usos alternativos que potencialmente podría ser usado para el desarrollo de estas actividades productivas, dada su alta rentabilidad. Por lo tanto, la intensificación de las exigencias en cuanto a tierras para la producción de estos usos (banano, piña y ganado de carne), puede traducirse probablemente en una mayor presión sobre estos bosques. En este contexto, a los dueños de tierras que conservan sus bosques el Estado tendría que compensarle con un PSA para impedir que estas tierras sean convertidas a otros usos productivos.

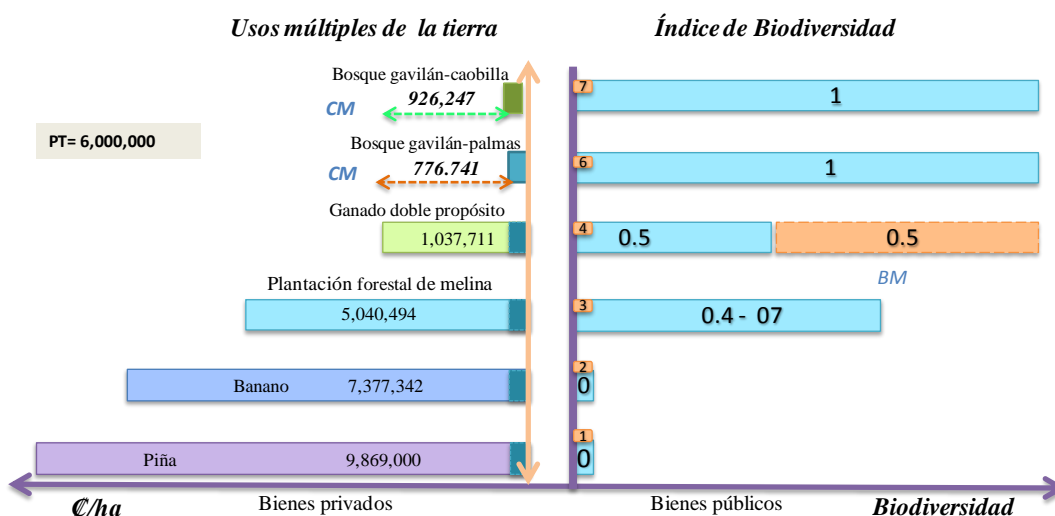
Dado que el costo de oportunidad del bosque es el uso alternativo mínimo, para el caso de este anillo donde el bosque gavilán-palmas (uso productivo 6) tiene como uso alternativo mínimo al ganado de carne (uso productivo 5), podemos ver que existe una diferencia de rentabilidad entre el uso 5 y 6 de 581.621 ¢/ha valor que representa un costo marginal para la persona que tiene ganado de carne y abandona su actividad para dedicar sus tierras a la regeneración natural, pues está perdiendo un valor presente. También, este valor puede convertirse en una tentación para los dueños de bosque.

Asimismo, al pasar de ganado de carne (0.3) a bosque gavilán- palmas (1) se obtiene un beneficio marginal de 0.7, que representa el aporte de biodiversidad de los bosques a la sociedad. Entonces, la persona que protege el bosque gavilán-palmas dado el principio precautorio establecido por la Ley Forestal 7575 que prohíbe el cambio de uso, debería recibir un PSA que compense ese 0.7 (aporte de biodiversidad), que en términos monetarios representa a 581.621 ¢/ha valor presente neto. Por lo tanto, la anualidad a pagar al dueño de bosque gavilán-palmas por no dedicar sus tierras a la ganadería de carne es de 20.415 ¢/ha/año (36 \$/ha/año), esto dado el principio compensatorio.

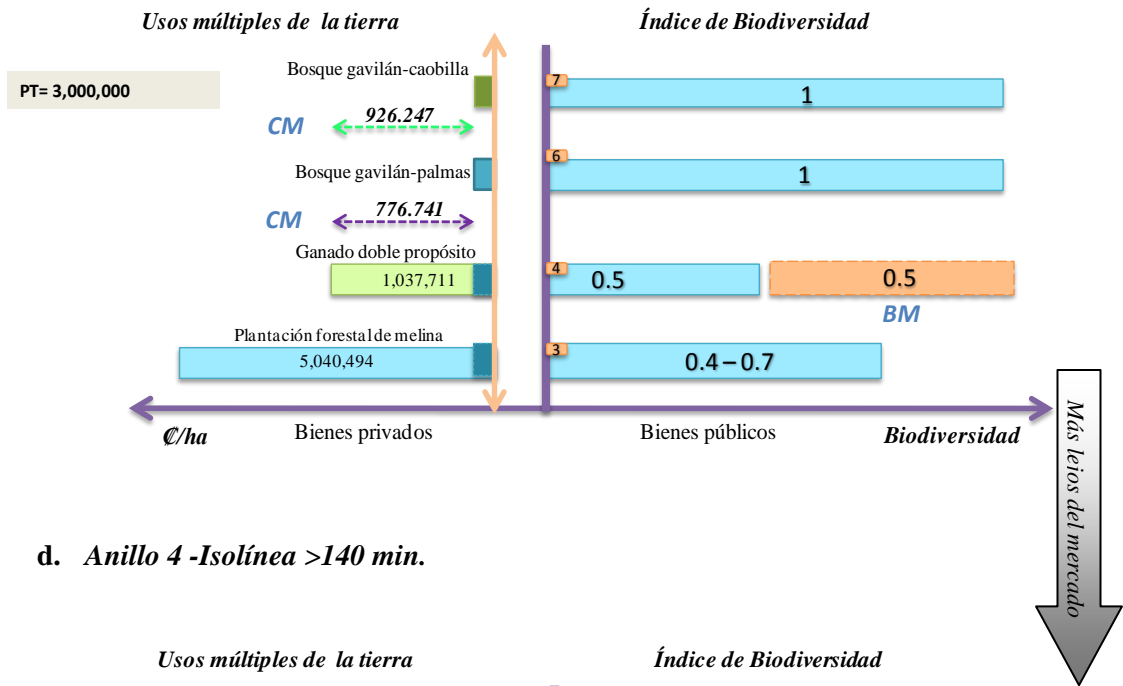
a. Anillo 1- Isolénea 0-42 min.



b. Anillos 2- Isolénea 42-80 min.



c. Anillos 3- *Isolínea 80-140 min.*



d. Anillo 4 -*Isolínea >140 min.*

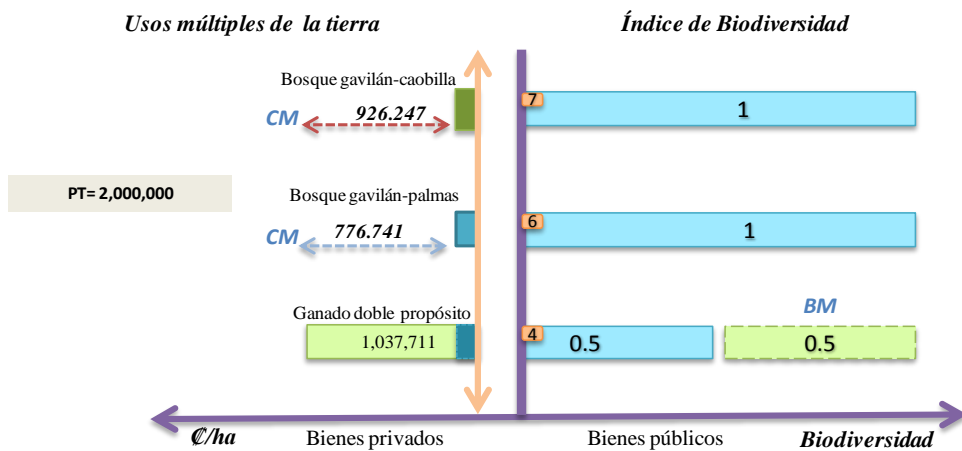


Figura 7. Distribución espacial de los usos del suelo por anillo a través del método de la mejoría simple

Anillo 2 (42-80 min). Es muy similar al anterior con la diferencia que en este anillo encontramos a los dos tipos de bosque: el 30% del área es bosque gavián-palmas (uso productivo 6) y el 0.5 % bosque gavián-caobilla (uso productivo 7), cuyo uso alternativo mínimo es la ganadería de doble propósito (uso productivo 4) (Figura b). Por lo tanto, el costo marginal de mantener el bosque gavián-palmas y no dedicar esta tierra a pastos para ganado de doble propósito es 776.741 ¢/ha y de 926.247 ¢/ha para el bosque gavián-caobilla.

El beneficio marginal de cambiar la producción ganadera por los servicios ambientales de biodiversidad que mantienen estos ecosistemas boscosos es de 0.5, valor que equivale a una compensación anual de 27.264 ¢/ha/año (48 \$/ha/año) para los dueños de bosque 1 y 32.511 ¢/ha/año (57 \$/ha/año) para bosque 3. Cabe mencionar que la anualidad para el dueño de bosque 3 es mayor debido a que se trata del bosque menos rentable (como se muestra en el análisis de inversiones) y más escaso dentro del corredor biológico.

Únicamente, como referencia se determinó que la anualidad a compensar al dueño de bosque gavián-palmas por no dedicar sus tierras al cultivo de banano es de 249.785 ¢/ha/año, de 337.242 ¢/ha/año por piña y 167.761 ¢/ha/año por plantaciones forestales de melina; también, se estableció que el beneficio marginal por protección de la biodiversidad es de 1 y 0.6, respectivamente.

Anillo 3 (80-140 min). En este anillo observamos que a medida que nos alejamos del mercado central las actividades productivas son menos intensivas (38%) y que el área de bosque aumenta (62%). El bosque 1 y bosque 3 tienen como costos de oportunidad a los pastos dedicados a la ganadería de doble propósito y a las plantaciones forestales de melina (Figura c). Sin embargo, las plantaciones forestales no son una opción por deforestación, es muy difícil que los dueños de bosque talen para dedicarlo a la producción de madera de plantaciones.

El costo marginal de renunciar a la ganadería de doble propósito se traduce en un beneficio marginal para los bosques 1 y 3, que en términos monetarios representa los beneficios en términos de un bien público (servicio ambiental de biodiversidad)

Anillo 4 (>140). El 84% del área de este anillo son bosques naturales, el 46% corresponde a bosque gavián-palmas y el 38% a bosque gavián-caobilla, cuyo único uso

alternativo es la ganadería de doble propósito. El 16 % del área de pastos, es usada para la producción ganadera con fines de subsistencia más que comerciales dadas las difíciles condiciones de los caminos, por lo que muy pocos dueños de estas fincas viven en esta área, su visita es ocasional.

Cabe mencionar, que debido a que el anillo 2, 3 y 4 tienen como uso alternativo mínimo a la ganadería de doble propósito, los montos anuales de compensación para los dueños de bosque 1 y 3 son los mismos en los tres casos. Montos que constituyen los ingresos esperados por el dueño de la tierra por conservar los bosques y el aporte de biodiversidad, así como, por la renuncia de ingresos que generaría una actividad económica alternativa en esas tierras, principalmente, la ganadería como uso alternativo mínimo. También, estos montos reflejan los porcentajes de servicios ambientales espaciales de biodiversidad.

Es necesario resaltar que los montos de PSA por diversidad biológica obtenidos en los cuatro anillos con el método de la mejoría simple son inferiores al monto de 36.519 ¢/ha/año (64 \$/ha/año), que actualmente paga FONAFIFO por concepto de conservación de bosques en Costa Rica. Resultados que muestran que el Estado costarricense está pagando más de lo que debería, pudiendo ahorrar dinero y abarcar más área en protección de bosques. Es así, que con este método tan simple pero robusto se puede calcular la compensación de usos de la tierra que brinda servicios ambientales a la sociedad, pero que generan rentas. Además, es necesario aclarar que estos resultados son específicos para el corredor biológico, no se puede generalizar para el resto del país.

Con la filosofía de pago por servicios ambientales lo que se quiere es proteger estos bosques potenciales donde las fuerzas de mercado quieren convertirlos a actividades alternativas y romper la tendencia de la teoría de Von Thünen quien ordena el paisaje de acuerdo al mercado. Asimismo, con el PSA como método de compensación lo que se pretende es darle un sentido más económico a los bosques por los bienes y servicios de biodiversidad que brindan a la sociedad. Es menos probable que los propietarios talen los bosques en sus propiedades si los productos forestales tienen un valor económico reconocido que pueda competir con otros usos posibles. Morse *et al.* (2009) menciona que el PSA ha contribuido

positivamente al mantenimiento de los bosques dentro del Corredor Biológico San Juan La Selva.

La única forma de conservar los bosques es que estos produzcan una renta neta por la venta de la madera (bienes privados) y/o por los servicios ambientales de biodiversidad (bienes públicos) generados a la sociedad, quienes representados a través del Estado deberían retribuir al propietario por conservar su bosque, compensado la renta del uso alternativo inmediato como es la ganadería. Por lo tanto, mientras el bosque no sea productivo está destinado a desaparecer para desarrollar actividades que si producen, debido a que esto implica un costo de oportunidad por la renuncia a los ingresos potenciales que generaría una actividad económica en esas tierras.

A partir de estos resultados y mediante el modelo de Von Thünen como punto de partida se estableció que la ubicación de los usos del suelo en el paisaje del corredor biológico muestra tendencias de organización con respecto al mercado, la organización se presenta en mezclas (fincas diversificadas) donde se comparte entre varios usos tanto agrícolas, pecuarios y forestales, cubriendo 100% de las fincas, y no de manera simplista con un único uso en cada anillo como lo expone Von Thünen en su teoría. Además, se determinó que la ubicación de los usos del suelo está influenciada por la rentabilidad de las actividades productivas. Es así, que un aumento de la renta agrícola o pecuaria puede conducir a la deforestación o tala ilegal del bosque natural. Klemperer (1996) determinó que en una economía de mercado el principio de maximizar el valor presente es la principal fuerza que determina el uso de la tierra, ya que ésta tiende a ser usada en la actividad que genere mayor rentabilidad para el propietario.

4.6.2 Montos totales para mantener los bosques en el CBSJLS

A partir de los resultado obtenidos en cada anillo y dado el principio compensatorio de reconocimiento a los propietarios de bosque por el beneficio marginal generado por los servicios ambientales de biodiversidad de las 8.617 ha de bosque gavián-palmas y 824 ha de bosque gavián-caobilla se determinó que el Estado a través de FONAFIFO tendría que invertir cada 5 años \$2.068.080 para compensar al dueño de bosque 1 y \$234.840 para el bosque 3. Por

lo tanto, el costo total para conservar estos importantes ecosistemas boscosos es de \$2.302.920 (¢1.312.664,400).

Valores que debería tomarse en cuenta a la hora de implementar un PSA y tener impacto en el área, considerando que este monto representa el costo de oportunidad por la renuncia de los ingresos que le generaría la actividad económica mínima como es la ganadería, que compite por el uso de estas tierras forestales.

4.7 Montos mínimos de PSA para lograr la rentabilidad del manejo de bosque

La pérdida de competitividad del manejo forestal sostenible debe ser compensada mediante un reconocimiento por la provisión de servicios ambientales que generan estos bosques. Por lo tanto, para lograr que el manejo forestal sea una actividad rentable y el pago por servicios ambientales sea competitivo frente a otros usos, principalmente, el uso alternativo inmediato como es la ganadería, el valor mínimo de PSA que se debería pagar a los dueños de bosque para que por lo menos sea igual al precio de mercado de la tierra es de 125.534 ¢/ha/año (220 \$/ha/año) para bosque gavilán-palmas y de 128.387 ¢/ha/año (225 \$/ha/año) para bosque gavilán-caobilla, esto tomando en consideración contratos de 5 años como lo maneja FONAFIFO actualmente.

Por otra parte, si se considera pagos permanentes de PSA la compensación para el dueño de bosque gavilán-palmas por los servicios ambientales que se generan en su finca es de 71.326 ¢/ha/año (125 \$/ha/año) y 77.032 ¢/ha/año (135 \$/ha/año) para el bosque gavilán-caobilla. Valores mínimos que se deben considerar para tener un impacto en el corredor biológico y que los dueños de bosque se motiven al manejo forestal sostenible y a la conservación de los servicios ambientales. Por lo tanto, el monto de compensación para que el bosque gavilán-palmas y el bosque gavilán-caobilla pueda competir con al menos la rentabilidad del uso alternativo inmediato (ganadería), debería ser cuatro veces mayor que el monto de PSA que FONAFIFO paga actualmente, esto cuando se tratan de contratos por 5 años; sin embargo, si se pagase a perpetuidad los montos para los dos tipos de bosque superan al actual en únicamente dos veces, lo que llevaría al Estado a invertir en menos recursos para

evitar el cambio de uso y que más usuarios entren en este mecanismo de pago por servicios ambientales.

En este contexto, para conservar los bosques y la producción de beneficios ambientales públicos los pagos deberían ser en forma permanente y no pagos esporádicos cada cinco años, dado que estos ecosistemas forestales brindan un flujo continuo y permanente de bienes y servicios ambientales; además, este mecanismo de pago no garantiza la sostenibilidad de la protección de los bosques en el tiempo, ni que los dueños de bosques dediquen sus tierras a actividades alternativas más rentables mientras dejan de recibir el PSA, sobre todo considerando las presiones existentes por usos alternativos de la tierra como la ganadería, las plantaciones forestales y los cultivos de piña y banano, ocasionando que todo lo que invirtió el Estado en la protección de los bosques se pierda. Además, esta forma de pago tampoco permite cuantificar o medir avances en los objetivos de protección de los bosques y el impacto que este mecanismo de PSA ha tenido en este corto tiempo.

En la medida que el manejo de los bosques es factible y rentable, la promoción de dicha práctica puede aumentar el ingreso y al mismo tiempo permitir el mantenimiento de grandes áreas boscosas (Keipi 2000). Asimismo, competir económicamente con otros usos alternativos tanto agrícolas como pecuarios.

5 CONCLUSIONES

5.1 Organización espacial

- A pesar que el área en estudio analizada es pequeña con relación a la extensión del territorio donde se planteo la teoría de localización de Von Thünen, se encontró evidencias de organización espacial de los usos del suelo que muestran que la distancia al mercado es el factor determinante en la decisión de ubicación de las actividades productivas en el paisaje.
- A diferencia de la teoría de Von Thünen con anillos compuestos por un solo uso de la tierra, en la realidad se encontró que el paisaje se organiza en forma diversificada, cada anillo comparten con varios usos tanto agrícolas, pecuarios como forestales, abandonando los anillos perfectos y el uso monotemático.
- Los remantes de bosque se ubican en su gran mayoría en el anillo más alejado del mercado, debido a que se usan con baja intensidad una vez cada 15 años, pero también encontramos bosque en otros puntos del paisaje debido a la forma en que están ubicadas las propiedades y a la irregularidad del terreno que no permiten el desarrollo de actividades agrícolas. Contrario a lo que sucede con los usos agrícolas que se ubican en los anillos más próximos al mercado.

5.2 Factores de ubicación de las actividades productivas

- Las actividades productivas altamente rentables como la piña y el banano se ubican más cerca del mercado por los altos costos de transporte en mano de obra, insumos y productos, haciendo que los bosques naturales queden únicamente en sitios más alejados del mercado o en lugares irregulares e improductivos del terreno, debido a que el manejo de bosque no es una alternativa que ofrece oportunidades económicas competitivas.
- El manejo de bosque no es una actividad rentable como uso competitivo de la tierra con respecto a actividades alternativas como la piña, el banano, la ganadería y las

plantaciones forestales de melina, pero se ubica en lugares donde estas actividades competitivas no son atractivas.

5.3 Mecanismo de compensación

- El método simple betterness, es un método simple y robusto que puede servir para el diseño de instituciones de políticas.
- El PSA es un mecanismo que puede contrarrestar las fuerzas del mercado y la ubicación de los usos de la tierra, es decir, puede ayudar a proteger ecosistemas que por su ubicación podrían eliminarse para dar paso a usos más competitivos. También, puede constituirse no solo en un mecanismo por el pago de los servicios ambientales sino en una compensación (costo marginal = beneficio marginal).
- Los resultados de ubicación de los bosques en el corredor biológico, pueden constituir una inferencia importante para políticas públicas, dirigidas a fomentar el manejo sostenible de los bosques y a la implementación de un mecanismo de pago por servicios ambientales que mejoren la competitividad con otros usos del suelo.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E. 2008. Impacto ecológico del monocultivo piñero. *Ambientico* no.177: 9-10.
- Alarcón, J. 2006. Factores, predicción e implicaciones en la asignación de usos del suelo: revisión y reflexiones. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid. p. 147-160.
- Angelsen, A. 2007. Forest Cover Change in Space and Time: combining the von Thünen and forest transition theories. World Bank Policy Research Working Paper 4117.
- Alpizar, E. 2003. No pagar servicios ambientales a plantaciones forestales. *Ambientico* no. 123.
- Barrantes, G. 2006. Elementos para el diseño de un plan de acción para la implementación de pago por servicios ambientales. Heredia, CR. Instituto de políticas para la sostenibilidad. 81 p.
- Barsky, A. 2005. El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires (en línea). *Scripta Nova*. 9(194):36. Consultado 7 de octubre de 2008. Disponible en <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-36.htm>.
- Calish, S; Fight, R.D; Teeguarden, D.E. 1978. How do non-timber values affect Douglas-fir rotations? *Journal of Forestry*, 75(4):267-277.
- Camacho, M; Segura, O; Reyes, V; Aguilar, A. 2000. Pago por servicios ambientales en Costa Rica. Informe preparado para en el marco del proyecto PRISMA-Fundación Ford. 78 p.
- Campos, J; Alpizar, F; Madrigal, R; Louman, B. 2007. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios de ecosistemas forestales. *Ecosistemas* 16 (3). Consultado 05 oct.2009. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=502>.
- Campos, J.; Camacho, M.; Villalobos, R.; Rodríguez, C.; Gómez, M. 2007. La tala ilegal en Costa Rica: un análisis para la discusión. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 70 p. (Informe Técnico no. 353).
- Cárdenas, G; Harvey, C; Ibrahim, M; Finegan, B. 2003. Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en la Américas* 10(39/40): 78-85.
- Castro, R; Villanueva, A. 2008. Más de 30 años de éxito en pago por servicios ambientales *In* De Camino, R; Ballesteros, A; Breitling, J. eds. Políticas de recursos naturales en Centroamérica: lecciones, posiciones y experiencias para el cambio. San José, CR. LIL, S.A. p. 335-344.
- Corella, O. 2009. Valoración de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico Norte de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 129 p.

- Chassot, O; Monge, G; López, R; Chaves, H. 2002. Justificación biológica para el establecimiento del Parque Nacional Maquenque. Corredor Biológico San Juan La Selva. San José, CR. CCT. 40. p.
- Chassot, O; Monge, G. 2002. Corredor Biológico San Juan-La Selva. Ficha técnica. San José, CR. CCT. 80 p.
- Chassot, O; Monge, G; Powell, G; Wright, P; Palminteri, S. 2005. Corredor Biológico San Juan La Selva. Un proyecto del Corredor Biológico Mesoamericano para la protección de la lapa verde y su entorno. San José, CR. CCT. 98 p.
- Chaves, E; Rosero; L. s.f. Valoración del riesgo de deforestación futura en Costa Rica. Programa centroamericano de población de la Universidad de Costa Rica. San José, CR. 12 p.
- De Camino, R; Segura, O; Arias, L; Pérez, I 1999. Forest Policy and the Evolution of Land Use: An Evaluation of Costa Rica's Forest Development and World Bank Assistance. Operations Evaluation Department. Document of the World Bank.
- De Las Salas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical (en línea). Costa Rica. IICA. 450 p. Consultado 12 nov. 2008. Disponible en http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WGcRoVF64mcC&oi=fnd&pg=PR1&dq=Ecosistemas+forestales&ots=LmvBIgAr2p&sig=NbIIWQ3Jui3rIRD_IzFIWYWGqms#PPP2,M1.
- Estrada, 2008. Fragmentación de la selva y agrosistemas como reservorios de conservación de la fauna silvestre en los Tuxtlas, México. *In* Harvey, C; Sáenz, J.eds. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, CR. p 327-343.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1995. Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales. Roma. 166 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005a. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Roma, Italia. Consultado 11 de noviembre del 2008. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/foris/data/fra2005/kf/common/GlobalForestA4-Psmall.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005b. Situación de los bosques del mundo. Roma. 166 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2007. Situación de los bosques del mundo. Roma. 166 p.
- Farina, A. 2006. Principles and methods in landscape ecology: towards a science of landscape.
- Filius, A. 1992. Investment analysis in forest management: principles & applications. Wageningen Agricultural University. Netherlands. 192 p.

- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal), 2004. El Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica. Información General. San José, CR.
- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal); EOSL-Universidad de Alberta, 2007. Estudio de Monitoreo de Cobertura Forestal de Costa Rica 2005. San José, CR. 7 p.
- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2009. Distribución de las hectáreas contratadas en pago de servicios ambientales, por año y por modalidad, período 1997-2008.
- Fujita, M; Krugman, P; Venables; A. 2000. Economía espacial. Las ciudades, las regiones y el comercio internacional. Editorial Ariel. p. 26-27
- García, M. 1975. Valor actual del modelo de Von Thünen y dos comprobaciones empíricas. Universidad Autónoma de Barcelona. 23 p.
- García, M. 2006. Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: el caso de la industria en la región Metropolitana de Barcelona. Ph.D. Tesis. Bellaterra. Universidad Autónoma de Barcelona. 248 p.
- Gómez, M; Quirós, D; Nilsson, M. 2001. Análisis financiero del manejo de bosques. p. 229-263 (Serie técnica, manual técnico no. 46).
- Guerra, G. 1992. Manual de administración de empresas agropecuarias. San José, CR. IICA. 352 p.
- Hartley, M. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests *Forest Ecology and Management* 155: 81-95.
- Hernández, B; Maes,J; Harvey, C;Vílchez, S; Medina, A; Sánchez, D. 2003.Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en la Américas* 10(39/40): 93-102.
- Hyde, W. 1980. Timber supply, land allocation and economic efficiency. Baltimore, US, *Resources of the Future*. 224 p.
- Johansson, P; Löfgren, K. 1985. The economics of forestry and natural resources. Basil Blackwell Ltd., U.K. 292 p.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *In* Guariguata, G; Kattan, G. eds. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. 1.ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, CR. p 561-582
- Keipi, K. ed. 2000. Políticas forestales en América Latina. Washington, D.C. Banco Interamericano de Desarrollo. 301 p.

- Kishor, N; Constantino, L. 1993. Forest management and competing land uses: an economic analysis for Costa Rica. The World Bank, Latin American Technical Department, Environment division.
- Klemperer, W.D. 1996. Forest resource economics and finance. McGraw-Hill. Series in Forest Resources. 551 p.
- Lang, I; Gormley, L; Harvey, C; Sinclair, F. 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 10(39/40): 1-7.
- Ley Forestal 7575. República de Costa Rica, 1996.
- López, J. 2003. Teorías y enfoques del desarrollo territorial. Escuela Superior de Administración Pública. Programa de Administración Pública Territorial. Bogotá. D.C. Colombia. http://www.esap.edu.co/ModulosAPT/Teorias_Enf_Desa_Terr.pdf.
- Martinuz, A. 2005. Análisis de tecnologías alternativas para el control del nematodo barrenador del banano (*Rodopholus similis* Cobb, Thorne): el caso de la empresa agrocomercial Earth. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 111 p.
- Meza, V. 2008. Evaluación de la eficiencia económica y la integridad ecológica para dos tipos de bosques húmedos intervenidos bajo manejo forestal con diferentes intensidades de cosecha en la Región Norte y Atlántica de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 128 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 2000. Políticas Forestales. Plan nacional de desarrollo forestal. San José, CR. 21 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía), SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación), ONF (Oficina Nacional Forestal). 2003. El éxito forestal de Costa Rica. San José, CR. 60 p.
- Morse, W; Schedlbauer, J; Sesnie, S; Finegan, B; Harvey, C; Hollenhorst, S; Kavanagh, K; Stoian, D; Wulfhorst, J. 2009. Consequences of Environmental Service Payments for Forest Retention and Recruitment in a Costa Rican Biological Corridor. *Ecology and Society* 14(1): 1-23.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas: guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. CIPAV. Cali, Colombia. 96 p.
- Navarro, G. 2004. Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 43:36-48.
- Navarro, G; Bermúdez, G. 2006. Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo bosques naturales y su competitividad respecto

- a otros usos de la tierra en Costa Rica. San José, CR. SINAC-FAO- TCP/COS/3003 (segundo informe). 57 p.
- Navarro, G; Vieto, R; Bermúdez, G. 2006. Costos de acceso a la legalidad, cadenas y actores de mercado de la madera legal e ilegal en Costa Rica. San José, CR. SINAC-FAO- TCP/COS/3003 (primer informe). 76. p.
- Nelson, G; Hellerstein, D. 1997. Do roads cause deforestation? Using satellite images in econometric analysis of land use. *American Journal of Agricultural Economics*. 79(1): 80-88.
- Nieuwenhuysen, A; Hengsdijka, H; Boumana, B; Schipper, R; Jansena, H. 2000. Can forestry be a competitive land use option?. Model simulations from humid tropical Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 137, 23-40.
- OET (Organización para Estudios Tropicales). 2008. El abastecimiento sostenible de la madera en Costa Rica. San José, CR. 120 p.
- ONF (Oficina Nacional Forestal). 2009. Insostenibilidad del programa de pago de servicios ambientales.
- Ordoñez, T. 1981. Teoría de la geografía económica. Departamento de geografía. Universidad Nacional.
- Ortiz, E., 2003. Sistema de cobro y pago por servicios ambientales en Costa Rica: visión general. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 67. pp.
- Ortiz, E; Sage, L; Borge, C. 2003. Impacto del programa de pago de servicios ambientales en Costa Rica como medio de reducción de la pobreza en los medios rurales. San José, CR. Unidad regional de asistencia técnica (series de publicaciones RUTA). 75 p.
- Pagiola, S; Agostini, O; Gobbi, J; De Haan, C; Ibrahim, M; Murgueitio, E; Ramírez, E; Rosales, M; Ruíz, J. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Paper no. 96. Washington, D.C. The World Bank. 40 p.
- Perla, J; Finegan, B; Delgado, D. 2002. Potencial de las plantaciones de teca y pajonales en la conservación de la diversidad de avifauna Subcuenca del Lago Gatún, Canal de Panamá. *Revista Forestal Centroamericana* no. 38: 27-32.
- Polése, M. 1998. Economía urbana y regional. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo.
- Popescu, O. 1963. Desarrollo regional de América Latina. Universidad Nacional de San Marcos. Perú. 256 p.
- Ramos, Z. 2004. Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 114 p.

- Ramos, Z; Finegan, B. 2005. Una red ecológica para la conservación de la biodiversidad: corredor Biológico San Juan-La Selva. Recursos, ciencia y decisión. no.4.
- Ranganathan, J; Daily, G. 2008. La Biogeografía del paisaje rural: oportunidades de conservación para paisajes de Mesoamérica manejados por humanos. *In* Harvey, C; Sáenz, J.eds. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Santo Domingo de Heredia, CR. p 15-45.
- Richters, E.1995. Manejo de uso de la tierra en América Central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 440 p.
- Rickard, W.M; Hughes, J.M; Newport, C.A. 1967. Economic evaluation and choice: in old-growth, douglas-fir landscape, management. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. US Department of Agriculture. Forest Service Research Paper PNW- 49. 33 p.
- Rojas, P. 2010. Sostenibilidad del efecto del pago por servicios ambientales en sistemas silvopastoriles de Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 147 p.
- Romero, C. 1997. Economía de los recursos ambientales y naturales. 2 ed. Madrid, ES. Alianza. 214 p.
- Rose, D.W; Blinn, C.R; Brand, G.J. 1989. A guide to forestry investment analysis. USDA. Research Paper NC-284. 23 p.
- Rügnitz, M. 2004. Efectos de la incorporación de tecnologías Silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.120 p.
- Salguero, J. 2006. Enfoques sobre algunas teorías referentes al desarrollo regional. Academia de Ciencias geográficas. Bogotá, Colombia. 20 p.
- Sáenz, A. 2008. Fonafifo: más de una década de acción. *In* Ortega, S. ed. Reconocimiento de los servicios ambientales .Una oportunidad para la gestión de los recursos naturales en Colombia. Memoria. Bogotá, CO. p. 51-77.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2002. Estrategia para el control de la tala ilegal. San José, CR. 34 p.
- Stutz, F; De Souza, A. s.f. The world economy. Resources, location, trade and development. Third edition. New Jersey.
- Taylor, R. 2003. ¿Cómo medir la diversidad de aves presentes en los sistemas agroforestales? Agroforestería en las Américas 10 (39/40):117-123.
- Tello, M. 2006. Las teorías del desarrollo económico local y la teoría y práctica del proceso de descentralización en los países en desarrollo (en línea). Departamento de Economía y

CENTRUM CATÓLICA. Consultado 02 de noviembre 2008. Disponible en <http://www.pucp.edu.pe/economia/pdf/DDD247.pdf>.

- TNC (The Nature Conservancy); USAID (Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). UICN (Unión Mundial para la Naturaleza). 2005. Desafíos para la implementación de la Política Forestal en Costa Rica. 26 p.
- Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F. 2007. Diversidad de mariposas en un paisaje agropecuario del Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* no.45:58-65.
- Tobar, D; Ibrahim, M. 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos en América Central. Turrialba, CR. CATIE. 42 p.
- Tosi, J. 1974. Los recursos forestales de Costa Rica. Acta final del primer congreso nacional sobre conservación de recursos naturales renovables. San José, CR.
- Vílchez, S; Harvey, C; Sánchez, D; Medina, A; Hernández, B. 2004. Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Encuentro* 36:60-75.
- Villate, R; Canet, L; Chassot, O; Monge, G. 2008. El Corredor Biológico San Juan-La Selva: una estrategia exitosa de conservación. 1 ed. San José, CR. 96 p.
- Watson, V; Cervantes, S; Castro, C; Mora, L; Solís, M; Porras, I; Cornejo; B. 1998. Abriendo espacio para una mejor actividad forestal. Proyecto políticas exitosas para los bosques y la gente. San José, CR. CCT. 114 p.
- Whiteman, A. 2003. El dinero no crece en los árboles: perspectivas de rentabilidad del sector forestal. *Unasyuva* no. 212.
- Wunder, S. 2005. Pago por servicios ambientales: principios básicos esenciales. 32 p. (CIFOR occasional paper no. 42 (s)).
- Zea, Y.2003. Análisis económico del manejo forestal sostenible: implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo en bosques con alto valor de conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 95 p.
- Zea, Y; Navarro, G; Finegan, B. 2006. Monitoreo ecológico en bosques húmedos tropicales certificados en la RAAN, Nicaragua. Análisis económico. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 46:79-88.

7 ANEXOS

Anexo 1. Formularios de campo para la toma de información socioeconómica de las actividades productivas que se desarrollan en el Corredor Biológico San Juan La Selva, Costa Rica

Presentación

Soy estudiante de maestría del CATIE, me encuentro realizando mi trabajo de investigación de tesis, estoy interesada en obtener información socioeconómica de las actividades productivas que se desarrollan en la zona. Para realizar dicho trabajo necesito información proveniente de cada uno de ustedes.

El propósito de este trabajo es identificar los factores que influyen en la decisión de ubicación de los usos productivos con relación al mercado.

Su participación en esta entrevista es totalmente voluntaria si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírmelo sin ningún problema, me gustaría aclarar que su respuesta es anónima.

Formulario de encuesta 1. Información general

Fecha: ____/____/____

1. Nombre del propietario(a): _____ Teléfono: _____
2. Nombre del administrador: _____
3. Nombre de la finca: _____ Área total: _____ (ha)
4. Localización geográfica: x: _____ y: _____ Altitud: _____ msnm
5. Localización administrativa
Cantón: _____ Distrito: _____ Poblado: _____
6. Tipo de tenencia de la tierra
Propia _____ Alquila _____ ¿cuánto paga? _____ año/mes
7. Vive en la finca: Sí _____ No _____
8. ¿Cuántas personas dependen de la producción de la finca?

9. Información del uso de la tierra

9.1. Cuáles son las principales actividades productivas que desarrolla en la finca

Tipo de uso (Principal)	Área (ha)	Distancia al mercado cercano (Km)	Influye la distancia en la rentabilidad de actividad productiva	Destino final de los productos ²

10. ¿Dónde vende los productos obtenidos?

En la finca _____ mercado _____ ¿dónde? _____ Otro lugar _____

11. ¿A quién le vende los productos obtenidos?

Consumidor final _____ Intermediario _____

12. ¿Cuáles son los principales problemas para comercializar sus productos?

13. ¿Cuál es la razón que determina la ubicación de su producción?

Heredó finca _____ Finca familiar _____ Propia _____ otras razones _____

14. Información de la mano de obra

14.1. ¿Contrata mano de obra? Si _____ No _____

14.2. ¿Existe disponibilidad de mano de obra en el área?

Si _____ No _____ (si la respuesta es negativa ir a pregunta 13.4)

14.3. ¿Utiliza mano de obra de vecinos? Si _____ No _____ ¿Por qué no?

14.4. ¿De dónde proviene la mano de obra que trabaja en su finca?

14.5. ¿Cuál es la distancia del poblado de donde viene la mano de obra?

14.6. ¿Existe suficiente mano de obra todo el año?

15. Datos para determinar la tasa de descuento

15.1. ¿En qué cultivos o actividades preferiría invertir y por qué?

² Mercado local, nacional e internacional ¿cuál?

15.2. ¿Cómo invierte en su finca? Con recursos propios () crédito () *si usa crédito ir pregunta 15.4*

15.3. Si es con recursos propios ¿cuál es la inversión alternativa de estos?

Cuenta de ahorro () en dólares () o en colones () y a que tasa de interés ____%

Certificado a plazo () en dólares () o en colones () y a que tasa de interés ____%

Otra actividad productiva o comercial: _____

15.4. ¿Para qué lo usa? _____

15.5. ¿De qué tipo de institución obtuvo el rédito³? _____

15.6. ¿A qué tasa de interés⁴? _____ % anual () mensual () diario ()

15.7. ¿Qué plazo y qué garantía? _____

15.8. ¿Pertenece a alguna asociación o comité de productores? Si _____ No _____

15.9. ¿Qué beneficio obtiene por ser miembro? crédito ____ asistencia técnica ____
compra de insumos ____ venta de productos ____ otros _____ (especifique)

16. Mercado de compra venta de terrenos

16.1. ¿Posee usted otras parcelas o fincas en la región? Si ____ No ____ ha ____

16.2. ¿En la zona se da la compra y venta de terrenos? Si ____ No ____

16.3. Precios por tipo de uso en la zona

Tipo de uso	Precio (ha)	Tamaño promedio por precio
Piña		
Yuca		
Potrero		
Rastrojo		
Bosque		

17. ¿Cuáles son los gastos administrativos que efectúa en la finca?

³ Bancos, financieras, ONG, prestamista, cooperativas

⁴ Anual, mensual, diario

Formulario 1. Bosques naturales

Tipos de bosque: Primario _____ Secundario _____ Intervenido _____ Protección _____

1. ¿Qué beneficios ha obtenido del bosque? (madera, frutas, carne, servicios ambientales, otros)

2. Considera importante conservar el bosque? Si _____ No _____

Por qué? _____

3. ¿Es importante el bosque en la economía familiar? Si _____ No _____

¿Por qué? _____

4. ¿Ha aprovechado madera de su bosque? Si _____ No _____

Por qué? _____

5. ¿Hace cuánto tiempo realizó la última cosecha? _____

6. ¿A quién le vendió la madera?

Maderero _____ Intermediario _____ En la industria _____

7. ¿En qué forma vendió la madera?

En pie _____ aserrada _____ en troza _____

8. ¿Cuál es el lugar de venta y los ingresos obtenidos?

Especie	Lugar de venta	Distancia (Km)	Volumen vendido (m ³)	Precio (¢/m ³)

9. Costos de acceso a la legalidad

9.1 ¿Qué trámites realizó para poder efectuar el aprovechamiento forestal?

_____ ¿
Cuánto le costó realizar los trámites legales?

9.2 ¿En qué oficina regional del MINAE realizó los trámites para el aprovechamiento?

9.3 ¿Quién realizó los trámites?

10. ¿Ha aplicado algún tratamiento silvicultural al bosque? Si_____ No _____
 Por qué? _____(si la pregunta es afirmativa pasar a la pregunta 11)
11. ¿Cuánto le costó realizar el manejo?

12. ¿Describa que otras actividades le han representado costos en el manejo del bosque?

13. ¿Cuáles son los principales problemas para comercializar la madera?

14. ¿Usted considera que los bosques son una actividad rentable? Si_____ No _____
 Por qué? _____
15. ¿En qué otra actividad productiva prefiere invertir? ¿por qué?

16. ¿Ha recibido o recibe algún incentivo para proteger su bosque? Si_____ No _____
 ¿Cuánto?_____ (si la respuesta es negativa pasar a pregunta 22 si afirmativa pasar 17)
17. ¿Desde hace cuánto tiempo recibe el incentivo?_____ (años)
18. ¿El valor que recibe le parece aceptable? Si_____ No _____
 Por qué? _____
19. ¿Cómo aplicó al PSA (usted, intermediario u otro)?

20. ¿Cuánto le costó incorporarse al esquema y que documentos tuvo que presentar?

21. ¿Cuánto tiempo duró todo el proceso? _____
22. ¿Si le propusieran un incentivo para proteger su bosque lo aceptaría? Si____ No ____
 Por qué? _____
23. ¿Cuales con las principales razones de acceder o no el esquema de PSA?

24. ¿Cuáles son las principales limitaciones o restricciones para acceder al programa de PSA?

Observaciones: _____

Formulario 3. Plantaciones forestales

1. ¿Con qué objetivo decidió establecer la plantación?

2. ¿Cuál es el ciclo de rotación de la plantación?

3. Costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO				
MANO DE OBRA				
Actividad	Repetición	Unidad	# jornales	Costo unitario ¢
Preparación de la tierra				
Trazado y marcación				
Ahoyado				
Acarreo y distribución de plantas				
Plantación				
Fertilización				
Resiembra				
Mantenimiento				
Mantenimiento cortafuegos				
Control de malezas				
Control de plagas y enfermedades				
Cercado				
Podas				
Raleos				
INSUMOS				
Insumo	Repetición	Unidad	Cantidad	Costo unitario ¢
Plantas				
Abono completo				
Abono granulado				
Insecticida				
Fungicida				
Herbicida				
Postes				
Alambre				
SERVICIOS				
	Repetición	Unidad	Cantidad	Costo unitario ¢
Transporte plantas				
Transporte materiales				
Asistencia técnica				

4. Ingresos obtenidos por la plantación forestal

Especie	Lugar de venta	Distancia (Km)	Costo de transporte	Cantidad vendida (pmt/ m ₃)	Costo unitario C

5. Recibe algún tipo de incentivo por la plantación? Si _____ No _____ ¿Qué tipo de incentivo? _____ ¿Cuánto? _____

6. Recibe asistencia técnica para su plantación Si _____ No _____ ¿de quién?

7. ¿Cuánto le cuesta la visita del técnico? _____ y con qué frecuencia lo visita (durante el ciclo) _____

Observaciones: _____

Formulario 4. Producción pecuaria

1. ¿Cuál es el ciclo de producción de la actividad pecuaria (años, meses, semanas)?

2. ¿Cuál es el objetivo de la producción pecuaria?

Carne _____ Leche _____ doble propósito _____

2.1. ¿Cuántos animales tiene es su finca?

Categoría	# actual	Cantidad comprados	Precio compra	Ciclo (tiempo)	Cantidad vendidos	Precio venta	Muertos	Ciclo (tiempo)
Toros								
Toretos								
Vacas paridas								
Vacas secas								
Vacas descarte								
Novillas monta								
Novillas								
Novillos de								
Sementales								
Terneros								

3. Insemina sus reses Si _____ No _____ ¿Cuánto le cuesta? _____

4. ¿Cómo tiene organizado el ciclo de producción del ganado (rendimiento)

Tipo	Peso inicial (Kg)	Peso promedio/año (Kg)												Peso final (Kg)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

5. ¿Ha tenido perdidas por muerte del ganado? Si _____ No _____

6. Cuáles han sido las principales causas de muerte del ganado?

7. ¿Cuál es el costo de la pérdida?

9. Manejo sanitario de los animales

9.1. ¿Vacuna sus animales? Si ____ No ____

9.2. Costos de manejo sanitario de los animales

Actividad	Medicamento/tratamiento	Dosis	Frecuencia de aplicación	Precio del medicam. o tratamiento
Antibióticos				
Vacunas				
Desparasitante				
Pajillas de semen				
Desinfectantes				

10. ¿Recibe asistencia técnica de un profesional? Si ____ No ____

11. ¿De cuál institución recibe asistencia técnica? _____

12. Cuánto le cuesta la visita del técnico? _____ y con qué frecuencia dentro del ciclo.

13. Ingresos obtenidos por comercialización de los productos pecuarios

Tipo de producto	Edad animal	Costo proceso	Lugar venta	Distancia (Km)	Costo de transporte	Cantidad	Precio venta

14. Tiene árboles en su potrero? Si ____ No ____ Por qué no? _____

_____ (si la respuesta es positiva ir a pregunta 17)

15. ¿Considera importante la presencia de árboles en su finca? Si ____ No ____

Por qué? _____

16. ¿Los árboles que mantiene en su finca son: plantados _____

remanentes de bosque _____ regeneración natural? _____ (si son plantados pasar a pregunta 21)

17. Da órdenes durante la limpieza de cuidar la regeneración natural? Si ____ No ____

Por qué? _____ (Si la respuesta es positiva pasar a pregunta 20)

18. ¿Cuántas veces durante el ciclo realiza la limpieza y cuánto le cuesta?

19. ¿Cuánto le costó el establecimiento de los árboles?

20. ¿Realiza algún tipo de manejo a los árboles?

21. ¿Cuáles son las principales limitaciones para la producción ganadera?

22. ¿Qué factores toma en cuenta para establecer la producción ganadera?

23. ¿Le gusta la ganadería? ¿Por qué?

Observaciones: _____

Formulario 5. Cultivo de piña

1. Área del cultivo (ha) _____
2. ¿Cuál es el ciclo de producción del cultivo? _____
3. ¿Cuál es la producción total (unidades o cajas) _____ peso fruta (Kg) _____
precio(kg o caja) _____
4. Cantidad de plantas por hectárea _____
5. Porcentaje de pérdida de fruta en la primera cosecha _____
6. ¿Realiza una segunda cosecha? Si _____ No _____
7. Producción por hectárea de la segunda cosecha _____
8. Porcentaje de pérdida de plantas para la segunda cosecha _____
9. Porcentaje de pérdida de fruta en la segunda cosecha _____
10. Costos de establecimiento y mantenimiento del cultivo de piña

ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DE PIÑA				
MANO DE OBRA				
Actividad	Repeticio	Unidad	# jornales	Costo unitario
Preparación de la tierra				
Desmante				
Arado				
Rastra				
Encamado				
Zanjas de drenaje				
Preparación y siembra hijos				
Selección de semilla				
desinfección de semilla				
Distribución y siembra				
Inducción de la floración				
Atomización				
Mantenimiento				
Control de malezas				
Abonamiento granulado				
Fumigaciones				
Fertilizaciones				
Riego				
Mantenimiento caminos/ drenajes				
Cosecha				
Acarreo de fruta				
Carga de fruta				
INSUMOS				
Descripción de Insumos	Repeticio	Unidad	Cantidad insumo por	Costo unitario
Semilla				

Urea				
Herbicida diuron				
Foliales- urea				
Foliales – potasio				
Foliales - magnesio				
Foliales – hierro				
Foliales – zinc				
Foliales – hierro				
Insecticida diazinon				
Nematicida foliar				
Herbicida ametrina				
Herbicida paraquat				
Ethefon (Inducción y repaso)				
Cal (Inducción y repaso)				
Urea (Inducción y repaso)				
Sevin granulado				
Rodeicida –klerat				
MAQUINARIA Y EQUIPOS				
Actividad	Repetición	Unidad	Cantidad insumo por	Costo unitario
Apertura de canales primarios				
Acarreo de semilla				
Encamado				
Transporte de insumos				
Aplicación de abonos				
Fumigación				
Transporte fruta				

11. Cuáles son las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo?

12. Porcentaje de pérdida del producto (pudrición, ataque de roedores, etc.,)

13. Comercialización del cultivo

Lugar venta	Destino producto	Porcentaje de venta	Peso promedio fruta (kg)	Frutas por caja	Precio por caja o unidad
	Exportación				
	Mercado nacional				

14. ¿Qué factores determinaron la ubicación del cultivo en el sitio?

15. ¿Cuáles son las principales limitaciones que ha tenido para la producción piñera?

Observaciones: _____

Formulario 6. Cultivo de banano

1. ¿Cuál es el ciclo de producción del cultivo (meses, años)? _____
2. ¿Cantidad de plantas por ha? _____
3. ¿Cuál es la producción total (unidades/ciclo) _____
4. ¿Destino final del producto? mercado nacional _____ mercado internacional _____ Otro _____ ¿Cuál?
5. Costos de establecimiento y mantenimiento del cultivo de banano

MANO DE OBRA					
Actividad	Repetición	Unidad	# jornales	Costo unitario ¢	Costo total ¢
Preparación de la tierra					
Desmonte					
Arado					
Rastra					
Encamado					
Zanjas de drenaje					
Construcción del cable vía y sistema de riego					
Construcción planta empacadora					
Siembra					
Demarcación de áreas y estaquillado					
Selección de semilla					
Preparación de la semilla					
Semilleros y viveros					
Distribución y siembra					
Mantenimiento					
Control de malezas					
Control de plagas y enfermedades					
Arranca de hijos (deshije)					
Deshoje					
Fertilizaciones					
Apuntalamiento					
Enfunde o embolsado					
Resiembra					
Mantenimiento de canales					
Cosecha					
Corte de fruta					
Acarreo					
Planta empacadora					
Recibidor color cinta					
Desflore					
Desmane					
Varillero					

Pinzotero					
Selección					
Clasificación					
Enjuague o desleche					
Aplicación mezcla postcosecha					
Desinfección					
Sellado					
pesado					
Empaque					
Carga- paletizado					
Pegado de caja					
INSUMOS					
Insumo	Repetición	Unidad	Cantidad dosis	Costo unitario ¢	Costo total ¢
Semilla					
Abono compuesto					
Abono liquido					
Fungicida					
Imazalil (pudre)					
Mertec (pudre)					
Alumbre- sellador					
Herbicida					
Slolar					
Gramoxon					
Cable carril					
Alambre de acero					
Soportes y tensores mecánicos					
Válvulas y emisores					
SERVICIOS					
Actividad	Repetición	Unidad	Cantidad	Costo unitario ¢	Costo total ¢
Transporte de semillas					
Transporte de insumos					
Transporte de frutos					

6. Cuál es el porcentaje de pérdida o rechazo?

7. ¿Vende el rechazo? Si ____ No ____ ¿Dónde? _____ Precio de venta _____

8. ¿El cultivo ha tenido problemas de ataque de plagas y enfermedades? S ____ No ____
¿Cuáles? _____

9. ¿Recibe asistencia técnica para el manejo del cultivo? Si ____ No ____ ¿de quién?

10. ¿Cuánto le cuesta la visita del técnico?_____ y con qué frecuencia lo visita (durante el ciclo)_____

11. Costos e ingresos de comercialización del cultivo durante el ciclo

Lugar de venta	Distancia (km)	Costo de transporte	Cantidad/unid	Precio/unid

12. ¿Considera que el cultivo de banano es una actividad rentable?

13. ¿Mencione cuáles son los factores que toma en cuenta para establecer el cultivo de banano?

14. ¿Cuáles son las principales limitaciones que ha tenido en la producción del banano?

Observaciones: _____

Anexo 2. Datos utilizados como insumos para el análisis financiero y de capital

1. Información financiera	
Tasa de inflación acumulada	9.35%
Tasa de interés Nominal	11.00%
Tasa de interés real "Riesgo 0"	1.5%
Premium riesgo inversión	0.0%
Premium riesgo biológico	1.0%
Premium riesgo cambio climático	1.0%
Tasa Mínima Aceptable	3.51%
Tipo de cambio	570.61

2. Precios de la tierra según tipos de uso	(¢/ha)	*
Agrícola < 20° pendiente	3000000.00	
Tierras con banano < 20°	8000000.00	
Tierras con piña < 20°	6000000.00	
Tierras con forestales > 45°	2000000.00	
Tierras con forestales < 45°	2000000.00	

**Información proporcionada por Perito evaluador de tierras del Banco Nacional de Costa Rica*

3. Datos de aprovechamiento y venta	(¢/pmt)	**
Costo de corta y troceo	₡ 8.00	
Costo de arrastre	₡ 15.00	
carga de trozas y empinado	₡ 8.00	
Costos de transporte a Sarapiquí (35 km)	₡ 25.00	
Costos de transporte a Ciudad Quesada (90 km)	₡ 40.00	
Costos de transporte a San José (115 km)	₡ 50.00	

***Información proporcionada por madereros de Puerto Viejo de Sarapiquí*

Anexo 3. Cálculo del valor del bosque (VB) gavilán-palmas y gavilán-caobilla y del valor esperado por la tierra (VET) para plantación forestal de melina (Gmelina arborea), cultivo de piña y ganado de carne y doble propósito

Cuadro 1. Cálculo del VB para bosque gavilán-palmas

Edad	Ingresos PSA	Costos actividad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00	-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31	-9035.61	-9352.66	-9680.84	-10020.53	-10372.15
2	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00		-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31	-9035.61	-9352.66	-9680.84	-10020.53
3	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00			-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31	-9035.61	-9352.66	-9680.84
4	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00				-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31	-9035.61	-9352.66
5	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00					-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31	-9035.61
6	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00						-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39	-8729.31
7	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00							-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50	-8433.39
8	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00								-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30	-8147.50
9	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00									-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47	-7871.30
10	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00										-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68	-7604.47
11	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00											-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63	-7346.68
12	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00												-6400.00	-6624.57	-6857.02	-7097.63
13	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00													-6400.00	-6624.57	-6857.02
14	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00														-6400.00	-6624.57
15	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															-6400.00
16	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															
17	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															
18	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															
19	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															
20	\$ 0.00	-6400.0	-6400.00															
Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Costos Capitalizados (C/ha)	-6400.00	-13024.57	-19881.59	-26979.22	-34325.90	-41930.37	-49801.67	-57949.17	-66382.55	-75111.86	-84147.47	-93500.14	-103180.98	-113201.51	-123573.66			
Volumen a extraer (m3/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.94	5.48	6.04	6.61	7.17	8.95	9.92	10.89			
Regencia y trámites	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00			
Costos de aprovechamiento (C/m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-91600.94	-101543.31	-111968.51	-122393.71	-132818.91	-165848.69	-183808.76	-201768.82			
Ingreso bruto por venta de madera (C/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	274458.21	307001.76	335227.78	363453.79	391679.81	493067.09	545680.20	598293.31			
Ingreso neto (C/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86717.27	109318.45	127119.27	144920.08	162720.89	231078.40	265731.45	300384.49			
Valor Total Futuro	-6400.00	-13024.57	-19881.59	-26979.22	-34325.90	-41930.37	-49801.67	28768.11	42935.90	52007.41	60772.61	69220.75	127897.42	152529.93	176810.83			
VET -1 (C/ha)	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	90546.37	117970.54	126288.45	131726.68	135030.24	226083.62	245759.21	260969.59			
Valor de la tierra (C/ha)	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000			
VET +Tierra	1926017.65	1854543.28	1785491.86	1718781.27	1654332.14	1592067.81	1531914.22	1539608.55	1497803.65	1453454.05	1410180.46	1367960.90	1359063.61	1328191.00	1297640.11			
VET max (C/ha)	₡ 260,970																	
Rotación óptima (años)	15																	

Cuadro 2. Cálculo del VB para el bosque gavilán-caobilla

Edad	Ingresos PSA	Costos actividad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00	-6400.00														
2	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00		-6400.00													
3	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00			-6400.00												
4	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00				-6400.00											
5	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00					-6400.00										
6	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00						-6400.00									
7	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00							-6400.00								
8	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00								-6400.00							
9	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00									-6400.00						
10	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00										-6400.00					
11	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00											-6400.00				
12	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00												-6400.00			
13	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00													-6400.00		
14	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00														-6400.00	
15	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															-6400.00
16	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															
17	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															
18	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															
19	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															
20	\$ 0.00	-6400.00	-6400.00															
Edad				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Costos Capitalizados (\$/ha)			-6400.00	-13024.57	-19881.59	-26979.22	-34325.90	-41930.37	-49801.67	-57949.17	-66382.55	-75111.86	-84147.47	-93500.14	-103180.98	-113201.51	-123573.66
	Volumen a extraer (m3/ha)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	2.26	3.71	6.02	4.50	5.44	6.02	6.59
	Regencia y trámites			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00	-96140.00
	Costos de aprovechamiento (C/m3)			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-11856.00	-41866.50	-68727.75	-111520.50	-83362.50	-100776.00	-111520.50	-122079.75
	Ingreso bruto por venta de madera (C/ha)			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 42,283	\$ 132,860	\$ 213,948	\$ 343,233	\$ 264,615	\$ 317,135	\$ 351,715	\$ 385,645
	Ingreso neto (C/ha)			\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-65713.50	(\$ 5,147)	\$ 49,080	\$ 135,572	\$ 85,113	\$ 120,219	\$ 144,055	\$ 167,425
	Valor Total Futuro			-6400.00	-13024.57	-19881.59	-26979.22	-34325.90	-41930.37	-49801.67	-123662.67	-71529.05	-26032.11	51424.53	-8387.64	17038.02	30852.99	43851.59
	VET - 1 (C/ha)			-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-182392.49	-389222.89	-196533.00	-63213.21	111464.40	-16361.93	30118.02	49710.93	64724.15
	Valor de la tierra (C/ha)			2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000
	VET +Tierra			\$ 1926,018	\$ 1854,543	\$ 1785,492	\$ 1718,781	\$ 1654,332	\$ 1592,068	\$ 1531,914	\$ 1423,931	\$ 1413,882	\$ 1398,178	\$ 1403,784	\$ 1316,654	\$ 1288,259	\$ 1253,112	\$ 1218,380
	VET max (C/ha)			111,464.4														
	Rotación óptima (años)			11														

Cuadro.3. Cálculo del valor esperado de la tierra (VET) para una plantación de melina (Gmelina arborea)

Edad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-574,057	-574057.00	-594200.18	-615050.17	-636631.76	-658970.64	-682093.37	-706027.45	-730801.36
2	-174,677		-174677.00	-180806.27	-187150.61	-193717.57	-200514.96	-207550.86	-214833.64
3	-94,003			-94003.00	-97301.49	-100715.71	-104249.74	-107907.78	-111694.17
4	-92,403				-92403.00	-95645.34	-99001.46	-102475.34	-106071.11
5	1112350.18					1112350.18	1151381.62	1191782.64	1233601.29
6	-57203.00						-57203.00	-59210.21	-61287.84
7	-57203.00							-57203.00	-59210.21
8	-35200.00								-35200.00
Edad		1	2	3	4	5	6	7	8
Costos Capitalizados (C/ha)		-574057.00	-768877.18	-889859.44	-1013486.86	\$ 63,301	\$ 8,319	-48591.99	-85497.05
Volumen a extraer (m3/ha)		3.23	19.77	35.25	66.94	105.99	75.11	98.49	122.36
Precio de la madera (C/m3)		\$ 4,225	\$ 4,225	\$ 21,125	\$ 21,125	\$ 21,125	\$ 35,913	\$ 35,913	35912.50
Costos de acceso a la legalidad (C/m3)		-22126.08	-22126.08	-22126.08	-22126.08	-22126.08	-22126.08	-22126.08	-22126.08
Ingreso por venta de madera (C/ha)		\$ 13,650	\$ 83,514	\$ 744,621	\$ 1414,037	\$ 2238,999	\$ 2697,327	\$ 3537,079	4394358.30
Costos de aprovechamiento (C/ha)		-71484.33	-437360.27	-779907.63	-1481045.58	-2345101.37	-1661852.38	-2179232.54	-2707411.72
Ingreso neto (C/ha)		-57834.32	-353845.83	-35286.41	-67008.94	-106102.58	\$ 1035,475	\$ 1357,846	1686946.58
Valor Total Futuro		-631891.32	-1122723.01	-925145.85	-1080495.80	-42801.66	\$ 1043,794	\$ 1309,254	1601449.54
VET (C/ha)		-18008161.44	-15722303.34	-8487230.75	-7304670.81	-227428.89	\$ 4540,388	\$ 4794,983	5040493.17
Valor de liquidación		\$ 4982,659	\$ 4686,647	\$ 5005,207	\$ 4973,484	\$ 4934,391	\$ 6075,968	\$ 6398,339	6727439.75
VET max (C/ha)		₡5040,493							
Rotación óptima (años)		8							

Cuadro 4. Cálculo del valor esperado de la tierra (VET) para ganado de carne

Edad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	₡ -461,087.69	₡-461,087.69	₡-462,435.96	₡-463,788.16	₡-465,144.32	₡-466,504.45	₡-467,868.56	₡-469,236.65	₡-470,608.74	₡-471,984.85	₡-473,364.98	₡-474,749.14	₡-476,137.35
2	₡ -64,826.40		₡-64,826.40	₡-65,015.96	₡-65,206.07	₡-65,396.74	₡-65,587.97	₡-65,779.75	₡-65,972.10	₡-66,165.01	₡-66,358.48	₡-66,552.52	₡-66,747.13
3	₡ -66,706.40			₡-66,706.40	₡-66,901.46	₡-67,097.08	₡-67,293.28	₡-67,490.05	₡-67,687.40	₡-67,885.32	₡-68,083.83	₡-68,282.91	₡-68,482.58
4	₡ -66,522.89				₡-66,522.89	₡-66,717.41	₡-66,912.50	₡-67,108.16	₡-67,304.39	₡-67,501.19	₡-67,698.57	₡-67,896.53	₡-68,095.06
5	₡ -64,826.40					₡-64,826.40	₡-65,015.96	₡-65,206.07	₡-65,396.74	₡-65,587.97	₡-65,779.75	₡-65,972.10	₡-66,165.01
6	₡ -66,706.40						₡-66,706.40	₡-66,901.46	₡-67,097.08	₡-67,293.28	₡-67,490.05	₡-67,687.40	₡-67,885.32
7	₡ -66,522.89							₡-66,522.89	₡-66,717.41	₡-66,912.50	₡-67,108.16	₡-67,304.39	₡-67,501.19
8	₡ -64,826.40								₡-64,826.40	₡-65,015.96	₡-65,206.07	₡-65,396.74	₡-65,587.97
9	₡ -64,906.40									₡-64,906.40	₡-65,096.19	₡-65,286.54	₡-65,477.44
10	₡ -66,522.89										₡-66,522.89	₡-66,717.41	₡-66,912.50
11	₡ -65,461.80											₡-65,461.80	₡-65,653.22
12	₡ -64,826.40												₡-64,826.40
Costos Capitalizados (c)	₡ -461,087.69	₡ -527,262.36	₡ -595,510.52	₡ -663,774.74	₡ -730,542.08	₡ -799,384.66	₡ -868,245.03	₡ -935,610.26	₡ -1003,063.24	₡ -1072,708.97	₡ -1141,307.48	₡ -1209,471.17	
Carne (Kg/ha)	₡ 356.40	₡ 523.64	₡ 621.48	₡ 690.89	₡ 744.73	₡ 788.72	₡ 825.91	₡ 858.13	₡ 886.55	₡ 911.97	₡ 934.97	₡ 955.97	
Precio venta de la carne (c/Kg)	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	₡ 1,310.00	
Ingresos venta de carne (c/ha)	₡ 466,884.00	₡ 685,974.29	₡ 814,133.89	₡ 905,064.57	₡ 975,595.89	₡ 1033,224.17	₡ 1081,948.19	₡ 1124,154.86	₡ 1161,383.77	₡ 1194,686.17	₡ 1224,811.86	₡ 1252,314.46	
Costos transporte	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	₡ 12,600.00	
Ingresos netos (c/ha)	₡ 454,284.00	₡ 673,374.29	₡ 801,533.89	₡ 892,464.57	₡ 962,995.89	₡ 1020,624.17	₡ 1069,348.19	₡ 1111,554.86	₡ 1148,783.77	₡ 1182,086.17	₡ 1212,211.86	₡ 1239,714.46	
Valor total futuro	₡ -6,803.69	₡ 146,111.93	₡ 206,023.37	₡ 228,689.83	₡ 232,453.81	₡ 221,239.51	₡ 201,103.16	₡ 175,944.60	₡ 145,720.54	₡ 109,377.20	₡ 70,904.38	₡ 30,243.29	
VET	₡ -2326,766.23	₡ 24947,637.24	₡ 23417,156.35	₡ 19466,625.71	₡ 15806,475.95	₡ 12518,264.15	₡ 9739,070.11	₡ 7444,683.31	₡ 5472,703.01	₡ 3691,590.07	₡ 2172,349.93	₡ 848,124.35	

Cuadro 5. Cálculo del valor esperado de la tierra (VET) para ganado de doble propósito

Edad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8
1	₡ -66,159.00	-₡66,159.00	-₡68,480.46	-₡70,883.39	-₡73,370.62	-₡75,945.14	-₡78,609.99	-₡81,368.35	-₡84,223.50
2	₡ 32,930.80		₡32,930.80	₡34,086.31	₡35,282.37	₡36,520.40	₡37,801.87	₡39,128.31	₡40,501.29
3	₡ 36,061.80			₡36,061.80	₡37,327.18	₡38,636.96	₡39,992.70	₡41,396.01	₡42,848.56
4	₡ 112,181.80				₡112,181.80	₡116,118.17	₡120,192.65	₡124,410.11	₡128,775.56
5	₡ 26,021.39					₡26,021.39	₡26,934.46	₡27,879.57	₡28,857.84
6	₡ 92,248.58						₡92,248.58	₡95,485.51	₡98,836.01
7	₡ 6,381.19							₡6,381.19	₡6,605.11
8	₡ 20,045.09								₡20,045.09
Costos Capitalizados (c)		₡ -66,159.00	₡ -35,549.66	₡ -735.27	₡ 111,420.73	₡ 141,351.78	₡ 238,560.28	₡ 253,312.36	₡ 282,245.97
VET		₡ -1885,453.91	₡ -497,827.69	₡ -6,745.34	₡ 753,257.66	₡ 751,080.24	₡ 1037,711.07	₡ 927,725.42	₡ 888,356.98
VET MAX		₡ 1037,711.07							
Maduración económica (año)		6							

Cuadro 6. Cálculo del valor esperado de la tierra (VET) para el cultivo de piña

Edad	Beneficio Neto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	€ -6734,755.29	-€6734,755.29	-€6754,448.37	-€6774,199.03	-€6794,007.44	-€6813,873.78	-€6833,798.21	-€6853,780.90	-€6873,822.02	-€6893,921.74	-€6914,080.23	-€6934,297.67	-€6954,574.23
2	€ -1101,856.29		-€1101,856.29	-€1105,078.23	-€1108,309.58	-€1111,550.39	-€1114,800.67	-€1118,060.45	-€1121,329.77	-€1124,608.65	-€1127,897.11	-€1131,195.19	-€1134,502.92
3	€ -1396,465.29			-€1396,465.29	-€1400,548.69	-€1404,644.03	-€1408,751.35	-€1412,870.67	-€1417,002.04	-€1421,145.49	-€1425,301.06	-€1429,468.78	-€1433,648.68
4	€ -1025,640.29				-€1025,640.29	-€1028,639.36	-€1031,647.20	-€1034,663.84	-€1037,689.30	-€1040,723.60	-€1043,766.78	-€1046,818.85	-€1049,879.85
5	€ -1167,345.29					-€1167,345.29	-€1170,758.72	-€1174,182.13	-€1177,615.56	-€1181,059.02	-€1184,512.55	-€1187,976.18	-€1191,449.94
6	€ -723,412.29						-€723,412.29	-€725,527.62	-€727,649.13	-€729,776.85	-€731,910.79	-€734,050.96	-€736,197.40
7	€ -832,006.21							-€832,006.21	-€834,439.08	-€836,879.06	-€839,326.17	-€841,780.45	-€844,241.89
8	€ -580,842.29								-€580,842.29	-€582,540.73	-€584,244.14	-€585,952.52	-€587,665.90
9	€ -596,742.29									-€596,742.29	-€598,487.22	-€600,237.26	-€601,992.41
10	€ -580,842.29										-€580,842.29	-€582,540.73	-€584,244.14
11	€ -580,842.29											-€580,842.29	-€582,540.73
12	€ 16052,857.01												€16052,857.01
Edad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Costos Capitalizados (€/ha)	€	-6734,755.29	-7856,304.66	-9275,742.55	-10328,506.01	-11526,052.85	-12283,168.44	-13151,091.82	-13770,389.18	-14407,397.43	-15030,368.34	-15655,160.89	€ 351,918.91
VET (€/ha)	€	-2303191,527.98	-1341411,605.13	-1054305,240.67	-879187,158.58	-783752,613.15	-695011,237.14	-636884,091.65	-582661,753.36	-541086,445.81	-507289,984.18	-479638,726.65	€ 9869,000.46
VET MAX (€/ha)	€	9869,000											

