

Avances de investigación

Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica

José A. Gobbi¹; Francisco Casasola²

Palabras claves: pago por servicios ambientales; análisis beneficio-costo; ganadería tropical.

RESUMEN

Los sistemas ganaderos convencionales se caracterizan por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos, sobre todo cuando las tierras que ocupan no poseen vocación ganadera. Por lo tanto, es deseable promover sistemas ganaderos alternativos que sean financieramente rentables y amigables con el ambiente. Recientemente, se ha iniciado un proyecto destinado a promover la adopción de sistemas silvopastoriles por medio de un pago por los servicios ambientales generados por los mismos. Este trabajo examina, por medio de un modelo de análisis *ex-ante* de beneficio-costo, la factibilidad financiera de invertir en diferentes tecnologías silvopastoriles en el 20% de la superficie de una finca ganadera convencional en la zona de Esparza, Costa Rica. Los resultados indican que la inversión es rentable, con un valor presente neto incremental de US\$ 1613 y una tasa interna de retorno del 20%, considerando solo los ingresos pecuarios. Los ingresos no descontados estimados por servicios ambientales durante cuatro años son de US\$ 3369. La factibilidad de la inversión está directamente relacionada a mejoras en los parámetros productivos y reproductivos del hato debidas a la incorporación de sistemas silvopastoriles. Aunque los pagos por servicios ambientales son relativamente marginales, ayudan a atenuar los altos costos iniciales asociados a la adopción de las tecnologías silvopastoriles y a disminuir el período de reembolso de la inversión.

Financial behaviour of investments in silvopastoral systems in cattle farms of Esparza, Costa Rica

Key words: Benefit-cost analysis; payment for environmental services; Tropical livestock.

ABSTRACT

Conventional livestock production systems are characterized by low financial returns and negative environmental effects. Therefore, it is desirable to promote livestock production systems that are financially profitable and environmentally friendly. Recently, a project has been launched to promote the adoption of silvopastoral systems by paying for the environmental services generated by those systems. This paper examines the financial feasibility of investing in silvopastoral systems on 20% of the area of a conventional livestock farm in Esparza, Costa Rica. Results from an *ex-ante* benefit-cost analysis indicate that the investment is financially viable, with an incremental net present value of US\$ 1,613 and an internal rate of return of 20%, if only livestock production is considered. Total income from environmental services without discounting during four years is US\$ 3,369. Investment feasibility is directly related to improvements in the productive and reproductive parameters of the livestock herd caused by the incorporation of silvopastoral systems. Although payments from environmental services are relatively marginal, they help in lessening the high initial costs associated with adopting silvopastoral technologies and in reducing the investment's payback period.

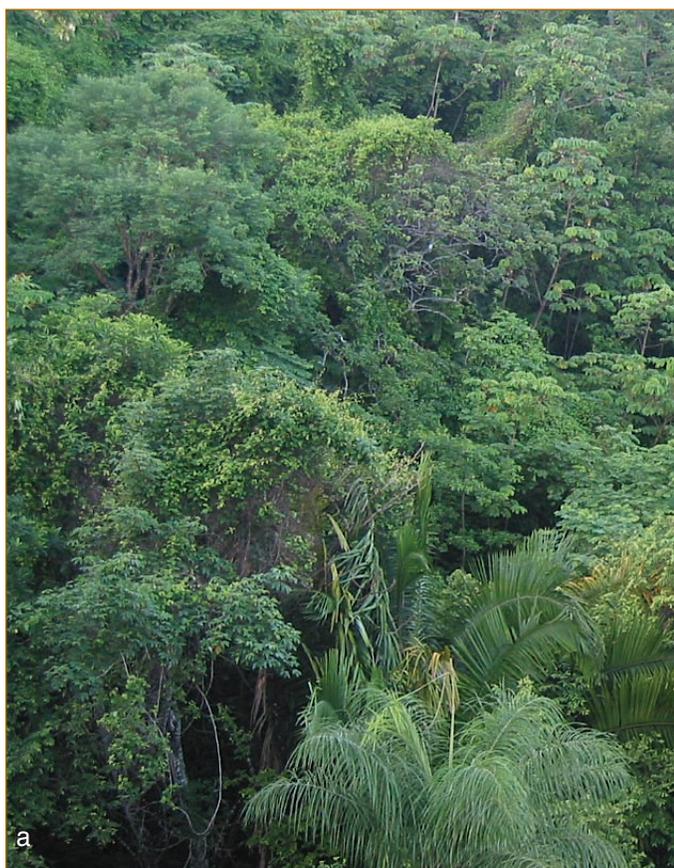
INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) incluyen una gama amplia de técnicas de manejo, tales como diversidad en el uso de especies de plantas, alternancia de cosechas, empleo de cercas vivas, uso eficiente de estiércol, la incorporación de árboles en las pasturas y la creación de múltiples tipos de hábitat en la finca (Pezo e Ibrahim 1999, Murgueitio 2000). Experiencias preeliminares indican que, comparados con los sistemas tradicionales de

pastoreo, los sistemas silvopastoriles de vegetación mixta con árboles son más productivos (Botero *et al.* 1999, Alonzo 2000, Ibrahim *et al.* 2001), acumulan cantidades sustanciales de carbono (López *et al.* 1998, Kanninen 2001), incrementan la biodiversidad (Naranjo 2000), reducen la erosión de los suelos (Nair *et al.* 1995) y mejoran la infiltración del agua (Rhoades *et al.* 1998). Por el contrario, los sistemas tradicionales de pastoreo —que

¹ Economista ambiental, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: jgobbi@catie.ac.cr (autor para correspondencia).

² Coordinador Nacional, Proyecto GEF-Silvopastoril, CATIE, Sede Central. Correo electrónico: fcasasol@catie.ac.cr



El bosque natural (a) es el uso del suelo que más contribuye a la generación de servicios ambientales (índice 2); las pasturas degradadas (b) constituyen el uso que menos servicios genera (índice 0) (proyecto GEF-Silvopastoril).

ocupan una porción considerable de las tierras agrícolas de la región neotropical— generan impactos ambientales negativos y su rentabilidad es insuficiente para mantener a la población humana que depende de los mismos, particularmente cuando se encuentran en tierras marginales donde la capacidad de uso del suelo no es apta para la ganadería (Pomareda y Steinfeld 2000, Steinfeld 2000). Por lo tanto, es deseable promover la adopción de SSP de manejo en el Neotrópico para mejorar las condiciones de vida de la población local y reducir o reparar los impactos negativos sobre el ambiente generados por el uso de sistemas tradicionales de pastoreo.

El proyecto *Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas*³ tiene, entre otros objetivos, el de mejorar el funcionamiento de los ecosistemas de tierras de pastoreo degradadas en Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Dichos objetivos serán alcanzados mediante el desarrollo de SSP más intensivos, que provean servi-

cios ambientales globales y beneficios socioeconómicos locales. El proyecto contempla, entre otras actividades, desarrollar opciones técnicas silvopastoriles de manejo para cada uno de los países en los que se implementará, las cuales mejorarán los parámetros productivos y reproductivos de la actividad ganadera. El proyecto compensará financieramente a los finqueros por las externalidades positivas generadas por los SSP de manejo, por medio del pago de algunos de los servicios ambientales (secuestro de carbono y biodiversidad) que los mismos generan en la finca. El pago es a nivel experimental, por un tiempo limitado (cuatro años), y pretende actuar como un estímulo para que los finqueros adopten SSP.

Para que la estrategia esbozada anteriormente sea exitosa, es necesario que los SSP propuestos a los productores sean financieramente competitivos frente a los sistemas convencionales de pastoreo, sobre todo porque la adopción de los SSP demanda una alta inversión inicial y se debe esperar cierto tiempo para obtener sus bene-

³ El proyecto es implementado por el Banco Mundial, cuenta con financiamiento del GEF y de la iniciativa FAO-LEAD, y es coordinado por CATIE junto a CIPAV (Colombia) y Nitlapán (Nicaragua).

ficios. El poder estimar la rentabilidad de la inversión asociada a cada opción de manejo derivada del menú técnico, así como el tamaño de la inversión y el aporte de lo generado por los servicios ambientales para cubrirla, son claves para proveer de criterios más sólidos a los productores y a los decisores en cuanto a la factibilidad económico-financiera de invertir en SSP. A tal fin, en este trabajo se considera la viabilidad financiera de invertir en las diferentes tecnologías silvopastoriles recomendadas para fincas ganaderas. El objetivo de este estudio es explorar los posibles efectos de la adopción de los SSP y de un pago por servicios ambientales sobre el comportamiento financiero de la producción pecuaria en fincas ganaderas de la zona de Esparza, Costa Rica. Más específicamente, se analiza si los incrementos en productividad pecuaria asociados a la incorporación de prácticas silvopastoriles pagan la inversión por sí mismos, o si es necesario el pago por servicios ambientales para viabilizar la inversión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio abarca los territorios de los cantones de Montes de Oro, Santiago y Esparza, y el distrito de Barranca, perteneciente al cantón central de Puntarenas, todos en la región Pacífico Central de Costa Rica. Según la clasificación de vida de Holdridge (1978), la zona de estudio se ubica en el Bosque Sub Húmedo Tropical. Posee una estación seca marcada entre los meses de diciembre a mayo, y una precipitación promedio anual de 2040 mm. La temperatura promedio anual es de 27 °C. El área de estudio presenta altitudes entre los 50 y los 900 msnm. La topografía en las zonas bajas (50 a 200 msnm) es plana, mientras en las zonas más altas (200 a 900 msnm) es fuertemente ondulada. Los suelos son clasificados como Typic Haplustalf muy erosionables con alta pedregosidad.

La región Pacífico Central, donde se ubica el área de estudio, posee una población estimada en 200 mil personas, una tasa de desempleo del 8% y de analfabetismo del 12%. Las principales actividades agrícolas de la región son la ganadería de carne y leche y los cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), arroz (*Oryza sativa*) y cítricos. Se cuenta con buena infraestructura de comunicación vial; está atravesada por la carretera Panamericana, varias carreteras pavimentadas y una extensa red de caminos secundarios de tierra o revestidos con grava. Esto permite el fácil acceso al principal mercado regional (Puntarenas), y la comunicación con la meseta central y la ciudad de San José (capital del país),

y las cuencas lecheras agroindustrializadas de Monteverde y Zapotal.

Análisis financiero de la inversión en SSP

Se efectuó un análisis de beneficio-costos para evaluar la viabilidad financiera —desde la perspectiva del productor— de invertir en la incorporación de SSP en fincas ganaderas de la zona de Esparza, Costa Rica. El modelo se elaboró siguiendo a Brown (1979) y Gittinger (1982) para una finca hipotética, pero representativa en cuanto a manejo y niveles de producción, con ganadería de doble propósito de leche y carne. El modelo considera solamente el componente pecuario de la incorporación de SSP (no incluye ingresos ni gastos de operación asociados al componente forestal) y se elaboró de la siguiente manera: (1) se estimaron los parámetros de producción y venta correspondientes a leche y carne de la finca típica; (2) se calcularon los gastos de establecimiento de sistemas silvopastoriles en un 20% de la finca (porcentaje de cambio en el uso del suelo que se ha observado en el caso de aquellos finqueros que ya han adoptado SSP de manejo en la zona), y se estimaron los costos de producción ganadera y las ventas de leche y carne de la finca con sistemas silvopastoriles; (3) se estimó la provisión de los servicios ambientales en la finca por medio de un índice de cambio de uso del suelo elaborado por el proyecto GEF-Silvopastoril (ver más abajo), y se calcularon los ingresos generados por los mismos; (4) se creó un flujo de caja para un período de 15 años (vida útil estimada de la pastura mejorada); (5) se estimó el valor actual neto (VAN) considerando la situación de la finca con SSP (“con” el proyecto) frente a la situación de la finca con ganadería convencional (“sin” el proyecto), a fines de obtener los beneficios netos incrementales debidos a la adopción de los SSP, y (6) se sensibilizó el modelo para obtener el efecto sobre el VAN incremental de cambios en los precios de los productos pecuarios, de los insumos, de la mano de obra y de la tasa de descuento.

Los números básicos correspondientes a la productividad ganadera de la finca, gastos de operación y precios de los productos pecuarios se derivaron inicialmente de la encuesta de campo implementada por el proyecto a 70 fincas, y se calibraron por medio de consultas con los técnicos locales. Los gastos asociados a la inversión en los SSP fueron provistos por técnicos del CATIE. Los datos se utilizaron para crear un presupuesto de finca, el cual fue utilizado posteriormente para desarrollar el modelo. Todos los precios (gastos de producción y ventas) son precios de finca, expresa-

dos en dólares estadounidenses⁴ sin ajuste por inflación. Los datos corresponden al año 2001. La tasa real de descuento utilizada en el análisis es del 10,8%.

Pago por servicios ambientales

Los finqueros que adoptan SSP de manejo reciben una compensación monetaria por los servicios ambientales que se generen en sus fincas durante un período de cuatro años. El pago se efectúa en forma anual, a partir del primer año de la inversión. El principio rector del sistema de pagos propuesto es que el finquero provee servicios ambientales por medio de los cambios en el uso de la tierra en la finca, al pasar de monocultivos de pastu-

ras naturales degradadas a sistemas de vegetación más complejos, que incluyen la integración de pastos mejorados y árboles en el sistema pecuario de la finca. Por lo tanto, los cambios en los patrones de uso del suelo se toman como indicadores del volumen de los servicios ambientales por ser provistos. Los servicios ambientales que se compensarán son el secuestro de carbono y el incremento en biodiversidad. Los servicios ambientales se pagan al nivel de la finca en su totalidad y se basan en un índice de cambio en el uso del suelo (Cuadro 1). El pago por los servicios ambientales se hace proporcional al incremento (diferencial) en los mismos, medido con relación a una línea de base establecida al año 0. Para

Cuadro 1.

Índice de cambio de uso del suelo

El índice para el pago por servicios ambientales basado en cambios en el uso del suelo fue desarrollado por un panel de expertos durante un taller efectuado en el CATIE (3-7 diciembre 2001). Existen 28 formas diferentes de uso del suelo en los sitios seleccionados para la implementación del proyecto en los tres países, las cuales varían desde pasturas naturales degradadas hasta bosques de regeneración secundaria. Para la construcción del índice, a cada tipo de uso del suelo se le asigna un puntaje según su capacidad de capturar carbono y sostener o promover la biodiversidad. Consecuentemente, el índice de cambio en el uso del suelo surge de la combinación (sumatoria) de los puntos asignados por captura de carbono y por biodiversidad a cada tipo de uso del suelo. El puntaje máximo se le asigna al bosque primario, el tipo de uso del suelo que provee el mayor volumen de servicios ambientales. En el otro extremo de la escala, se le asigna cero puntos a las pasturas degradadas, dado que este es el tipo de uso de suelo indeseable que el proyecto intenta transformar.

Uso de tierra	Puntaje		Índice
	Biodiversidad	Carbono	
Cultivos granos y tubérculos	0	0	0
Pastura degradada	0	0	0
Pastura natural sin árboles	0,1	0,1	0,2
Pastura mejorada sin árboles	0,1	0,4	0,5
Cultivos semi-perennes (plátano, café sin sombra)	0,3	0,2	0,5
Pastura natural + baja densidad árboles (30 árboles/ha)	0,3	0,3	0,6
Pastura natural enriquecida con árboles en baja densidad (30 árboles/ha)	0,3	0,3	0,6
Cercas vivas nuevas o con podas	0,3	0,3	0,6
Pastura mejorada enriquecida con árboles en baja densidad (30 árboles/ha)	0,3	0,4	0,7
Cultivos frutales en monocultivo	0,3	0,4	0,7
Banco forrajero de gramíneas	0,3	0,5	0,8
Pastura mejorada + baja densidad de árboles	0,3	0,6	0,9
Banco forrajero con leñosas		0,9	
Pastura natural + alta densidad de árboles	0,5	0,5	1
Cultivos frutales policultivo	0,6	0,5	1,1
Cercas vivas multiestrato o cortinas rompe vientos	0,6	0,5	1,1
Banco forrajero diversificado	0,6	0,6	1,2
Plantaciones maderables monocultivo	0,4	0,8	1,2
Café con sombra	0,6	0,7	1,3
Pastura mejorada + alta densidad de árboles	0,6	0,7	1,3
Guadua o bambú	0,5	0,8	1,3
Plantaciones maderables diversificadas	0,7	0,7	1,4
Tacotales	0,6	0,8	1,4
Bosque ripario	0,8	0,7	1,5
Silvopastoriles intensivos	0,6	1	1,6
Bosque secundario intervenido	0,8	0,9	1,7
Bosque secundario	0,9	1	1,9
Bosque primario	1	1	2

⁴ Tasa de cambio 330 colones = 1 US dólar.

evitar la creación de un incentivo perverso que lleve al finquero a disminuir su línea de base y recompensar aquellos que ya habían invertido en SSP en el pasado, en el momento de establecer la línea de base se paga US\$ 10 por punto del índice. A partir del año 1, el valor por punto del índice es de US\$ 75.

Supuestos del modelo de flujo de caja

Los siguientes supuestos fueron asumidos en el desarrollo del modelo de flujo de caja: (1) los niveles de producción ganadera en la situación “sin” el proyecto permanecen constantes a lo largo de la vida del proyecto; (2) los indicadores productivos y reproductivos de la actividad ganadera en la situación “con” el proyecto se mejoran como resultado de la mejoría en la alimentación de los animales, producto de la incorporación de los sistemas silvopastoriles en la finca; (3) no hay incremento en el número de animales en la situación “con” el proyecto (los animales excedentes se venden al final del año); (4) los incrementos en la producción ganadera están relacionados con las inversiones en sistemas silvopastoriles efectuadas en los primeros años del proyecto, y (5) se consideran en el flujo de caja solo los ingresos generados por los rubros pecuarios.

Supuestos de parámetros de reproducción y producción de los SSP

Algunos investigadores han demostrado que la implementación de prácticas silvopastoriles mejora los indicadores reproductivos y productivos del hato ganadero (Murgueitio 2000, Alonzo *et al.* 2001). Por lo tanto, se asume que la adopción de los menús técnicos propuestos para la finca resulta en un aumento del porcentaje de natalidad y en una disminución del porcentaje de mortalidad de la cría (Cuadro 2). Asimismo, se asume que la producción anual de leche se incrementa progresivamente, al igual que el número de animales excedentes en el hato. Los parámetros asociados con las prácticas silvopastoriles están basados inicialmente en lo reportado por Botero *et al.* (1999), y fueron calibrados posteriormente con técnicos ganaderos de la zona de Esparza a las condiciones locales.

Descripción de la finca típica

La finca típica tiene una superficie de 30 ha. El sistema de producción ganadera es de doble propósito para leche y cría. En la finca se maneja un hato de 21 cabezas, con una carga animal de 0,8 animales/ha. El 50% de su superficie está cubierto de pastos naturales y un 38% (11 ha) de pastos mejorados (*Brachiaria bryzanta* y *B. decumbens*), distribuidos en 10 potreros. La densidad de

los árboles de sombra en los potreros es baja, de unos 2–5 individuos adultos por ha. La infraestructura edilicia consiste de la casa del finquero y un corral con bodega. Las cercas existentes son en su mayoría (70%) cercas vivas, encontrándose cercas muertas en la zona de la fachada de la finca y en el camino interno.

Las fuentes de agua para el ganado son naturales, a partir de nacientes invernales y quebradas. Las quebradas de agua carecen de cercas que impidan el ingreso del ganado. La disponibilidad de agua y la disposición de los potreros determinan que se haga rotación de potreros durante el invierno (cuando la naciente invernal tiene agua). Durante el verano, sin embargo, no se emplea rotación de potreros, ya que para facilitar el acceso del ganado al agua y para regular la carga sobre los pastos, todos los potreros se mantienen abiertos.

Cuadro 2. Parámetros productivos y reproductivos de la finca ganadera “sin” y “con” sistemas silvopastoriles.

	Sin proyecto	Con proyecto
Carga animal/ha	0,80	0,88
Hectáreas efectivas	26,00	24,00
Producción de leche (L vaca ⁻¹ año ⁻¹) ^z	800,00	1100,00
Animales excedentes del hato		
para la venta/año ^y	3,90	5,20
Porcentaje de natalidad	50,00	65,00
Porcentaje de mortalidad	10,00	7,00

^z La producción de leche en la situación “con” el proyecto se incrementa de la siguiente manera: años 1 y 2 = 800 L vaca⁻¹ año⁻¹; año 3 = 850 L vaca⁻¹ año⁻¹; años 4 y 5 = 900 L vaca⁻¹ año⁻¹; años 6 y 7 = 1000 L vaca⁻¹ año⁻¹; años 8 a 15 = 1100 L vaca⁻¹ año⁻¹. ^y El número de animales excedentes en el hato en la situación “con” el proyecto por año es variable, el reportado se corresponde con la estructura del hato al año 15.

La alimentación del ganado es mayormente sobre la base de pastos naturales, aunque se la combina con pastos mejorados del género *Brachiaria*. El ganado recibe sales mineralizadas (Pecutrín®) durante todo el año (40 g animal⁻¹ día⁻¹). A las vacas en producción y a los terneros se les suplementa durante los meses del verano (mediados de enero a mediados de mayo) con rastrojos de cultivos, que incluyen cogollo de caña, sorgo y paja frijol, producidos en la misma finca. También se los suplementa con pollinaza durante el mismo período, a razón de 1,5 kg animal⁻¹ día⁻¹. La monta es natural y el ordeño se efectúa con el ternero al pie. Los terneros se venden en el momento del destete.

El manejo sanitario del ganado incluye la vacunación de todo el hato dos veces por año con la vacuna doble, la desparasitación interna de todos los animales dos veces al año y la desparasitación externa (baño) de todos los

animales una vez por año. El manejo de las pasturas conlleva la chapea de los potreros seguida de una aplicación de herbicida, actividades que se efectúan todos los años. El herbicida más comúnmente empleado es una mezcla de tordón y 2, 4 D-amina+picloram, en una proporción de 1:4.

Menú técnico SSP propuesto para la finca

Las condiciones biofísicas de la región de Esparza son adversas para la implementación de un rango amplio de tecnologías silvopastoriles. Las principales limitantes son la baja fertilidad y estructura de los suelos, la presencia de una época de sequía (verano) muy marcada, y la topografía accidentada de las fincas, donde aproximadamente un 40% de la superficie presenta pendientes mayores del 30%. Las opciones tecnológicas recomendadas para iniciar la adopción (año 1) de los sistemas silvopastoriles integrados de manejo en la finca son: (i) establecimiento de 0,75 ha de banco forrajero consistente en una asociación de *Cratylia* (75%) y caña de azúcar (25%); (ii) reemplazo de 3 ha de pastos naturales por pastos mejorados de alta producción (*B. brizanta* y *B. decumbens*); (iii) incorporación de cercas vivas en la división/separación de potreros de los nuevos potreros (1,3 km); (iv) liberación de 1 ha para regeneración en zonas de ladera con pendientes marcadas que no sean aptas para pastoreo o que sean áreas de captación/nacientes de aguas, las cuales deben cercarse para evitar el ingreso del ganado y se deben enriquecer por medio de la siembra de 100 árboles/ha, y (v) incorporación de 100 árboles/ha en las 11 ha de pasturas mejoradas ya existentes en la finca. El monto total de la inversión del establecimiento del menú silvopastoril es de US\$ 2602,16 (Cuadro 3). El finquero también invierte en una picadora (US\$ 300) para poder picar el pasto proveniente del banco de forraje.



Productora afiliada al proyecto silvopastoril del GEF recibiendo el pago por servicios ambientales (L. E. Quirós).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gastos de operación de la finca

La adopción de las tecnologías silvopastoriles propuestas para la finca ganadera típica conlleva que los gastos de operación se incrementen progresivamente hasta estabilizarse alrededor de los US\$ 1345 a partir del cuarto año (Cuadro 4). Dicho incremento representa un aumento del 30,5% con relación a los gastos de operación de la finca ganadera “sin” el proyecto. El incremento en los gastos de operación se debe principalmente a un aumento del 42,5% en el número de jornales (equivalente a 47 jornales/año adicionales) para manejar la finca, los cuales están relacionados con el corte y acarreo de lo producido en el banco de forraje, el mantenimiento de cercas vivas y el manejo de los animales. La incorporación de SSP trae aparejada una reducción de aproximadamente US\$ 90/año en los gastos de operación asociados a la suplementación de los animales con pollinaza, aunque la misma no alcanza a compensar los aumentos en los costos de mano de obra (de unos US\$ 344/año) mencionados anteriormente.

Ingresos por venta de productos pecuarios

Los ingresos de la finca provienen de la venta de leche, terneros y animales de descarte (Cuadro 5). Los ingresos totales de la finca aumentan progresivamente desde US\$ 2052/año hasta US\$ 3055/año a partir del año 10, lo cual representa un incremento del 49% con relación a

Cuadro 3. Costos de establecimiento de las opciones técnicas del menú de SSP propuesto para la finca típica de Esparza, Costa Rica. Costos por finca.

Opción técnica	Monto inversión (US\$)
Pastura de Brachiaria + árboles	739,98
Enriquecimiento zona regeneración	48,48
Banco de proteína	493,92
Cercas vivas	786,50
Siembra árboles en pastos mejorados existentes	533,28
Total	2602,16

Cuadro 4. Gastos de operación de la finca ganadera “sin” y “con” sistemas silvopastoriles.

Categoría de gasto	Sin proyecto (US\$)	Con proyecto (US\$)
Suplementación^z		
Minerales (US\$ 2,92/animal)	61,32	85,85
Pollinaza (US\$ 8,99/animal) ^y	89,90	0,0
Salud animal^z		
Vacunación (US\$ 0,60/animal)	12,60	12,78
Desparasitación interna (US\$ 1,39/animal)	29,19	29,61
Desparasitación externa (US\$ 9,09/hato)	9,09	9,09
Mano de obra^x		
Chapea de potreros	189,02	183,57
Aplicación de herbicidas	63,01	63,01
Ordeño	193,38	232,05
Fertilización banco de forraje	0,0	5,45
Corta y acarreo banco proteína/forraje	0,0	218,10
Mantenimiento de cercas	363,50	458,01
Insumos potreros		
Fertilizante para banco forrajero (US\$ 60,6 ha ⁻¹ año ⁻¹)	0,0	45,45
Herbicidas	17,94	0,0
Total	1031,07	1345,09
Porcentaje incremento		+30,5%

^z En los cálculos de los gastos de suplementación y de salud animal se incluyen los correspondientes al excedente de animales que se vende cada año.

^y Durante el verano, para vacas con sus crías, a razón de (1,5 kg/animal x 125 días), sólo en la situación “sin” el proyecto.

^x Valor del jornal: US\$ 7,27/día.

los ingresos de la finca ganadera “sin” el proyecto. La mayor parte de esos ingresos provienen de la venta de leche, que representa el 60% de los mismos. Cabe destacar que, en el futuro, la finca recibirá ingresos provenientes de los árboles incorporados por medio de los SSP, aunque estos se excluyen del presente modelo.

Cuadro 5. Ventas de animales y leche en la situación “sin” y “con” el proyecto para la finca típica de Esparza, Costa Rica.

	Sin proyecto	Con proyecto ^z
Número de animales vendidos/año ^y		
Hembras	1,8	2,2
Machos 0-1 año	1,8	2,7
Toros	0,3	0,3
Litros de leche vendidos/año ^x	4000,0	6617,0

^z En la situación con el proyecto, tanto el número de animales como los litros de leche vendidos por año varían a lo largo del tiempo; el descrito en la tabla es el que corresponde al año 15 del proyecto. ^y El precio de venta de las hembras de descarte es de US\$ 350,0 y la de los terneros es de US\$ 190,0. ^x El precio de venta de la leche es de US\$ 0,27/L.

Ingresos por servicios ambientales

Los ingresos totales por servicios ambientales, incluyendo lo percibido por línea de base, ascienden a US\$ 3518 (Cuadro 6). Excluyendo el monto por línea de base, el total de lo percibido correspondiente a servicios ambientales a lo largo de los cuatro años representa un ingreso de US\$ 112,3/ha. Los ingresos estimados genera-

dos por los servicios ambientales cubren más de la mitad de la inversión asociada a los gastos de establecimiento del menú en SSP propuesto para la finca (sin considerar costos de mantenimiento de la inversión en años posteriores). Si bien el monto total de lo generado por los servicios ambientales es relativamente marginal cuando se lo compara con lo generado por los ingresos ganaderos de la finca a lo largo de la vida del proyecto, aquellos ayudan a atenuar los altos costos iniciales asociados a la adopción de las tecnologías silvopastoriles y a disminuir el período de reembolso de la inversión (ver más abajo).

Resultados del análisis financiero

Los resultados del análisis financiero indican que la adopción de los SSP de manejo en la finca es financieramente rentable. El modelo arroja un VAN incremental positivo de US\$ 1613 y una tasa interna de retorno a los recursos propios del finquero del 20%. Cuando no se compensa al finquero por los servicios ambientales generados en la finca, la inversión posee una TIR del 7%. Los resultados también indican que los ingresos generados por los servicios ambientales disminuyen el período de reembolso de la inversión de cuatro a dos años. El análisis de sensibilidad del modelo muestra que, en la presencia de pago por servicios ambientales, la inversión resiste disminuciones en los precios de la leche y de la carne de hasta un 15%, y de aumentos de hasta el 20% en el valor del jornal.

Cuadro 6. Cómputo de los ingresos por servicios ambientales para la finca típica de Esparza, Costa Rica.

	Línea de base (LB)	Año del proyecto			
		1	2	3	4
Cercas vivas (km)	0	1,3	1,3	1,3	1,3
Pastura natural (ha)	16	11,25	11,25	11,25	11,25
PM baja densidad de árboles (ha)	11	0	0	0	0
PM alta densidad de árboles (ha)	0	3	3	14	14
PM enriquecida con árboles (ha)	0	11	11	0	0
Banco de proteínas (ha)	0	0,75	0,75	0,75	0,75
Tacotal (charrales) (ha)	0	1	1	1	1
Bosque (ha)	3	3	3	3	3
Puntaje según índice de cambio uso del suelo²					
Cercas vivas (km)	0	0,78	0,78	0,78	0,78
Pastura natural (ha)	3,2	2,25	2,25	2,25	2,25
PM baja densidad de árboles (ha)	6,6	0	0	0	0
PM alta densidad de árboles (ha)	0	3,9	3,9	18,2	18,2
PM enriquecida con árboles (ha)	0	9,9	9,9	0	0
Banco de proteínas (ha)	0	0,6	0,6	0,6	0,6
Tacotal (charrales) (ha)	0	1,4	1,4	1,4	1,4
Bosque (ha)	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Total puntos finca	14,90	23,93	23,93	28,33	28,33
Diferencia año - LB	—	9,03	9,03	13,43	13,43
Ingresos por SA (TP * US\$ 10)	149,0	—	—	—	—
Ingresos por SA (TP * US\$ 75)	—	677,25	677,25	1007,25	1007,25

² Puntaje de cada uno de los usos de la tierra de acuerdo al índice de cambio de uso del suelo = área tipo uso del suelo x correspondiente punto del índice de cambio de uso del suelo.

PM: pastura mejorada; TP: total de puntos; SA: servicios ambientales.

CONCLUSIONES

Bajo los supuestos con que se elaboró el modelo, invertir en SSP en una finca ganadera de doble propósito de la zona de Esparza, Costa Rica, es financieramente rentable. Sin embargo, los elevados costos iniciales de establecimiento por unidad de superficie de los SSP y la necesidad de esperar cierto tiempo a que los SSP se traduzcan en mejoras de los parámetros reproductivos y productivos del hato requieren de un incentivo para hacer la inversión financieramente viable. Al mismo tiempo, los indicadores de factibilidad financiera de la inversión total (VAN y TIR) son muy sensibles a las proyecciones que se hagan con respecto a la producción pecuaria. En otras palabras, como el aporte por servicios ambientales es marginal en relación con los ingresos totales de la finca (aunque, en su ausencia, la tasa interna de retorno está por debajo del costo de oportunidad del capital), el grueso del retorno a la inversión proviene de la mejora en los parámetros productivos y reproductivos que genera la adopción de los SSP. Por lo tanto, cambios en dichos parámetros y cambios en las condiciones de mercado (precios) de la actividad pecuaria son los principales determinantes de la

factibilidad total de la inversión en la presencia de pago por servicios ambientales.

El análisis presentado se centra intencionadamente solo en la producción pecuaria, ya que con el modelo se busca explorar el comportamiento financiero de la actividad pecuaria bajo tecnologías silvopastoriles y el rol del pago por servicios ambientales en la misma. Por lo tanto, no se consideran los ingresos adicionales que se generarían por la producción forestal resultante de la incorporación de árboles en la finca. Resulta claro que, si se contabilizaran los ingresos forestales y se internalizara el resto de los beneficios ambientales y ecológicos provistos por los SSP, se incrementarían los indicadores financieros de la inversión, y se mejoraría aún más la opción de invertir en tecnologías SSP. Esta situación demuestra la necesidad de investigaciones adicionales para identificar, cuantificar y valorar los servicios ambientales provistos por los SSP, así como la importancia de considerar los beneficios ambientales y económicos adicionales (madera, leña, frutas) que los SSP generan en el momento de decidir políticas de desarrollo ganadero y de uso del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este análisis fue financiado por el Fondo Ambiental Mundial (GEF-Banco Mundial) y el CATIE como parte de la elaboración del proyecto “Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas”. Los autores desean agradecer a las siguientes personas por su apoyo: P. Agostini, J. Botero, C. de Haas, M. Gómez, V. Holguín, M. Ibrahim, J. Mora, H. Segura, G. Solís, H. Steinfeld, y personal del Depto. de Agricultura y Agroforestería del CATIE. C. de Haas elaboró las proyecciones del hato ganadero. Los autores también desean agradecer los comentarios y sugerencias de los revisores y editores de la revista.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alonzo, Y.M. 2000. Potential of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81 p.
- _____; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30): 24–27.
- Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 48–50.
- Brown, M. 1979. Farm budgets: from farm income analysis to agricultural project analysis. Baltimore, US, The World Bank. 142 p.
- Gittinger, P. 1982. Economic analysis of agricultural projects. Baltimore, US. The World Bank. 505 p.
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR, IICA. 106 p.
- Ibrahim, M; Schlönvoigt, A; Camargo, C; Souxa, M. 2001. Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. *In International Grassland Congress (19, 2001, Brasil)*. Proceedings. Brasil. p. 645-649.
- Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina (en línea). Plataforma Electrónica sobre Ganadería y Medio Ambiente, LEAD-/FAO/CATIE. Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo1.htm>.
- López, A; Schlovoigt, A; Ibrahim, M; Klein, C; Kanninen. 1999. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la Zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 51–53.
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *Pastos y Forrajes* 23(3): 235–250.
- Nair, PKR; Kang, B; Kaas, D. 1995. Nutrient cycling and soil erosion control in agroforestry systems. *In Juo, A. ed. Agriculture and environment: bridging food production and environmental protection in developing countries*. Madison, WI, US, American Society of Agronomy (ASA). p. 117–138. (ASA Special Publication no. 60).
- Naranjo, L. 2000. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad (en línea). Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vb-confe18.htm>.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles: módulo de enseñanza agroforestal No. 2. 2 ed. Turrialba, CR, CATIE. p. 3-79.
- Pomareda, C; Steinfeld, H. 2000. Intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales. San José, CR, Nuestra Tierra Editorial, CATIE-FAO-SIDE. p. 334.
- Rhoades, C; Eckert, G; Coleman, D. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for tropical montane forest restoration. *Restoration Ecology* 6(3): 262-270.
- Steinfeld, H. 2000. Producción animal y medio ambiente en Centroamérica. *In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica; beneficios económicos y ambientales*. San José, CR, Nuestra Tierra Editorial, CATIE-FAO-SIDE. p. 17-32.