

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/228350216>

# Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia

Article · January 2007

CITATIONS

30

READS

1,644

6 authors, including:



**Álvaro Zapata Cadavid**

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agro...

1 PUBLICATION 30 CITATIONS

SEE PROFILE



**Enrique Murgueitio**

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agro...

19 PUBLICATIONS 731 CITATIONS

SEE PROFILE



**Andres Felipe Zuluaga**

Pontificia Universidad Javeriana

16 PUBLICATIONS 458 CITATIONS

SEE PROFILE



**Muhammad Ibrahim**

Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura

157 PUBLICATIONS 3,917 CITATIONS

SEE PROFILE

## Avances de Investigación

# Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia

Álvaro Zapata<sup>1</sup>; Enrique Murgueitio<sup>2</sup>; Carlos Mejía<sup>1</sup>; Andrés Felipe Zuluaga<sup>1</sup>; Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>

**Palabras claves:** asistencia técnica; biodiversidad; carbono; índice ecológico; uso de la tierra.

### RESUMEN

Los problemas ambientales ocasionados por la ganadería tradicional en la cuenca del río La Vieja en Colombia motivó la búsqueda de herramientas para incentivar el uso de sistemas de uso de la tierra que mejoren la rentabilidad de las fincas y que contribuyan con la generación de servicios ambientales. Este estudio fue realizado en el marco del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (GEF-Silvopastoril), del 2003 al 2006, cuyo objetivo fue evaluar cómo el pago de servicios ambientales (PSA) incide en los cambios de usos de la tierra en fincas ganaderas. La zona de estudio se localizó en la cuenca media del río la vieja, donde las principales actividades son la caficultura y la ganadería. Se trabajó con 104 productores entre pequeños y medianos, asignados aleatoriamente a un grupo con PSA y uno sin. El grupo con PSA fue subdividido en fincas sujetas solamente a PSA y fincas con PSA + asistencia técnica (AT). Se desarrolló un índice como herramienta para el pago por los servicios ambientales, basado en secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad. Los productores con PSA+AT y con PSA fueron significativamente más altos en puntos ecológicos incrementales por ha y por finca comparados con las fincas control (0,39, 0,32 y 0,06 ha<sup>-1</sup>; 14, 6,9 y 1,7 finca<sup>-1</sup>, respectivamente). El PSA provocó cambios importantes de usos de la tierra en la zona del proyecto: disminución en el porcentaje de áreas degradadas en un 2,2% y un incremento en el porcentaje de pasturas mejoradas con alta y baja densidad de árboles del 10%, e incremento de cercas vivas simples y multiestrato. Además, se establecieron sistemas silvopastoriles intensivos (*Leucaena* asociada con pasturas; 3,2% del área total). Podemos concluir que el PSA motivó la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas y que los productores prefieren invertir en el incremento de cercas vivas y la cobertura arbórea en pasturas para beneficiarse del PSA. Además, los resultados indican que los productores pequeños pueden beneficiarse de los esquemas de PSA.

**Effects of payments for environmental services in the adoption of silvopastoral systems in cattle landscape in the middle watershed of Río La Vieja, Colombia**

**Keywords:** Biodiversity; carbon; ecological index; land use; technical assistance.

### ABSTRACT

The environmental problems caused by traditional cattle farms in the La vieja watershed in Colombia motivated the search for tools to promote the establishment of land uses that improve farm profitability and generate environmental services. A study was conducted between 2003 and 2006 within the Silvopastoral project to determine cattle farmers' decision-making on land use changes with payment for environmental services (PES). The study site was in the middle part of the La Vieja watershed, where coffee and pastures are the main land use activity. One-hundred and four small-and medium-sized farmers were selected and randomly assigned to groups with and without PES. The group with PES was subdivided into farmers with PES and with PES + technical assistance (TA). An ecological index was developed, based on carbon sequestration and biodiversity conservation. Farmers in the groups with PES + TA and PES had a significantly higher number of incremental ecological points ha<sup>-1</sup> and per farm compared to the control group (0.39, 0.32 and 0.06 ha<sup>-1</sup>; 14, 6.9 and 1.7 farm<sup>-1</sup>, respectively). PES to cattle farmers resulted in a 2.2% decrease in the total percentage area of degraded pastures, and in an increase in the percentage area of improved pastures with low and high tree density (10% of total area), as well as in simple and multi-strata live fences. In addition, intensive silvopastoral systems were established (*Leucaena* in association with grass, 3.2% of total area). We conclude that PES are an incentive for the adoption of silvopastoral systems on farms and that farmers preferred to invest in increasing the area of live fences and tree cover in pastures to benefit from PES. In addition, our results show that small cattle farmers can benefit from PES schemes.

<sup>1</sup> Investigadores Proyecto GEF-Silvopastoril-Colombia. Fundación CIPAV. Correos electrónicos: alvaro@cipav.org.co, mejia@cipav.org.co; afzuluaga@cipav.org.co.

<sup>2</sup> Director Fundación CIPAV. Proyecto GEF-Silvopastoril-Colombia. Correo electrónico: enrique@cipav.org.co.

<sup>3</sup> Director del Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente CATIE, Sede Central-Costa Rica. Correo electrónico: mibrahim@catie.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

La caída en los precios del café provocó la búsqueda de nuevas alternativas productivas en el Departamento del Quindío, Colombia. La ganadería, especialmente los sistemas tradicionales que emplean pasturas sin árboles y un alto uso de insumos externos, fue uno de los sistemas alternativos predominantes en la región (Zapata y Mejía 2004). Sin embargo, las altas pendientes de la zona y el mal manejo provocaron la degradación de las pasturas y de los suelos. Esto se manifestó en otros problemas ambientales, como pérdida de la biodiversidad, aumento de la escorrentía superficial y erosión hídrica, e incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (Murgueitio 2000).

En los últimos años, el CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria) y FEDEGAN (Federación de Ganaderos de Colombia) han fomentado la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP), buscando mejorar la productividad de los sistemas ganaderos y recuperar áreas de pasturas degradadas. Los sistemas silvopastoriles más promovidos han sido *Leucaena leucocephala* asociada con pastos y pasturas mejoradas con alta densidad de árboles. Estos SSP generan beneficios ambientales como almacenamiento de carbono (Oelbermann e Ibrahim 2006), conservación de la biodiversidad (Tobar et ál. 2006) y regulación hídrica (Ríos et ál. 2006).

La falta de capital para el establecimiento, la escasa disponibilidad de semillas y el poco conocimiento de los SSP (Dagang y Nair 2003) han sido las principales barreras para la adopción de estos sistemas en la zona, a pesar de que se han encontrado incrementos en la producción de leche (entre 40 y 60%) con SSP intensivos y bancos forrajeros multiestrato (Murgueitio et ál. 2006). El proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (GEF-Silvopastoril, financiado por GEF, FAO y Banco Mundial e implementado por CATIE en Costa Rica, Nitlapán en Nicaragua y CIPAV en Colombia) en el Quindío evaluó el impacto del pago por servicios ambientales (PSA) en el cambio de uso de la tierra para establecer sistemas ganaderos amigables con el ambiente. El presente estudio reporta los cambios en el uso de la tierra durante el período de ejecución del proyecto y evalúa el impacto del PSA en esos cambios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localizó en la vertiente occidental de la Cordillera Central, en los departamentos del Quindío (Armenia, Circasia, Montenegro, la Tebaida

y Quimbaya) y Valle del Cauca (Alcalá, Ulloa y la vereda Coloradas del municipio de Cartago). Esta zona forma parte de la cuenca hidrográfica del río La Vieja y es el área de intervención del proyecto (4°26'-4°44'N y 75°38'-75°52'O; 950-1800 msnm). La actividad económica principal de la zona ha sido la caficultura; sin embargo, los bajos precios en el café han impulsado una conversión hacia la producción ganadera basada en pasturas como principal fuente de alimentación.

### Esquema de pago por servicios ambientales (PSA)

El diseño del esquema de pago por servicios ambientales incluyó la generación y uso de un índice ecológico (Gobbi y Casasola 2003), el cual asigna puntos a cada uso de la tierra según su capacidad de generación de servicios ambientales (carbono y biodiversidad). El índice ecológico asigna valores de entre 0 y 2 a cada uno de los 28 usos de la tierra considerados en fincas ganaderas. El valor máximo fue asignado al bosque primario (2 puntos ecológicos: 1 por biodiversidad y 1 por carbono) y el mínimo para las pasturas degradadas (0; Murgueitio et ál. 2003). El PSA por finca calculado en el período del estudio (2003-2006) fue determinado con base en las áreas de los usos de la tierra existentes y su respectivo valor del índice ecológico (puntos ecológicos). Se cuantificó el total de puntos por finca multiplicando el área de cada uso de la tierra por su índice ecológico. El valor del punto ecológico para la línea base (año 2003) fue de US\$ 10, en los siguientes años el punto incremental (incremento en puntos con respecto a la línea base) se pagó a US\$ 75 a los productores en el esquema de pago a 4 años y US\$ 110 a los productores bajo el esquema de pago a 2 años (Murgueitio et ál. 2003).

### Selección de productores

Se seleccionaron 104 fincas de productores con base en los siguientes criterios: (i) fincas con ganadería como actividad principal; (ii) interés de los productores en participar en el proyecto y transformar sus modelos productivos; (iii) propiedad debidamente legalizada; (iv) actitud positiva para compartir experiencias y transferirlas a otros; (v) accesibilidad a la finca y (vi) disponibilidad de cofinanciar inversiones para cambios de usos de la tierra. Los productores seleccionados fueron asignados al azar a tres grupos: (i) 50 fincas que recibieron PSA más asistencia técnica (AT); (ii) 25 fincas que solo recibieron PSA; (iii) 29 fincas control (sin PSA ni AT). Además, las 75 fincas sujetas a PSA se clasificaron según su tamaño en las siguientes cinco clases: <10 ha; 10,1-30 ha; 30,1-50 ha; 50,1-100 ha; y >100 ha. Para el análisis se fusionaron los productores con los dos esque-

mas de pago. La asistencia técnica se realizó mediante visitas de técnicos del proyecto; la capacitación fue por medio de charlas sobre SSP y temas relacionados con la producción animal sostenible, talleres participativos y días de campo en fincas con avance en el establecimiento y explotación de SSP.

### Monitoreo del uso de la tierra

Se monitoreó el uso de la tierra en cada finca seleccionada durante el transcurso del proyecto. La línea base en cada finca se estableció mediante una encuesta socioeconómica, usando imágenes satelitales con una resolución espacial de  $0,6 \times 0,6$  m por píxel, tomadas por el satélite QuickBird (DigitalGlobe), visitas y recorridos de campo con los propietarios y levantamientos con GPS. Se establecieron indicadores para calificar el estado de cada uso de la tierra; por ejemplo, en las pasturas mejoradas se midió la cobertura del suelo (%) y el suelo desnudo (%); en las pasturas con alta densidad de árboles se midió la cobertura de la pastura (%) y la densidad de los árboles con diámetro a la altura del pecho mayor a 5 cm; en el caso del bosque secundario se calificó la cobertura de árboles (%). Se comparó la situación actual (2006) de las fincas con la encontrada en la línea base (2003).

### Análisis de la información

Se hizo un análisis de varianza para evaluar el cambio en los usos de tierra debidos al PSA de acuerdo con los puntos ecológicos incrementales por finca y por hectárea. Los análisis fueron realizados por medio del programa InfoStat (2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Pago por servicios ambientales

El monto total pagado por servicios ambientales en el período 2003-2006 fue de US\$ 146.565. El pago tuvo una tendencia a incrementarse tanto por finca como por hectárea, aunque en el 2006 disminuyó probablemente por la salida de las fincas que estaban bajo el esquema de pago de 2 años, las cuales presentaron las mayores tasas de cambio en el uso de la tierra (Cuadro 1). En este período hubo un incremento de un 8% en el pago

promedio por hectárea, mostrando la tendencia hacia usos de la tierra con mayores beneficios ambientales (carbono y biodiversidad). El PSA representó un valor cercano a la venta de 2748 L de leche (US\$ 0,25 L<sup>-1</sup> en el 2006; Ibrahim et ál. 2007), representando un ingreso importante para la economía familiar de los ganaderos.

Los productores emplearon el PSA recibido para cofinanciar los cambios requeridos en las fincas, ya sea en la compra de insumos (22%) o en el establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos (58,8%) (Zapata y Mejía 2004). La fuente principal de financiamiento para realizar los cambios fue el PSA, seguido de los ingresos y ahorros familiares (31,8; 27,6 y 20,6%, respectivamente). Esto demuestra que el PSA tuvo un impacto positivo en fomentar los cambios de usos de la tierra hacia sistemas más amigables con el ambiente. El financiamiento en la fase de establecimiento es primordial para que los pequeños productores puedan implementar estos sistemas (Pagiola et ál. 2005).

### Puntos ecológicos incrementales

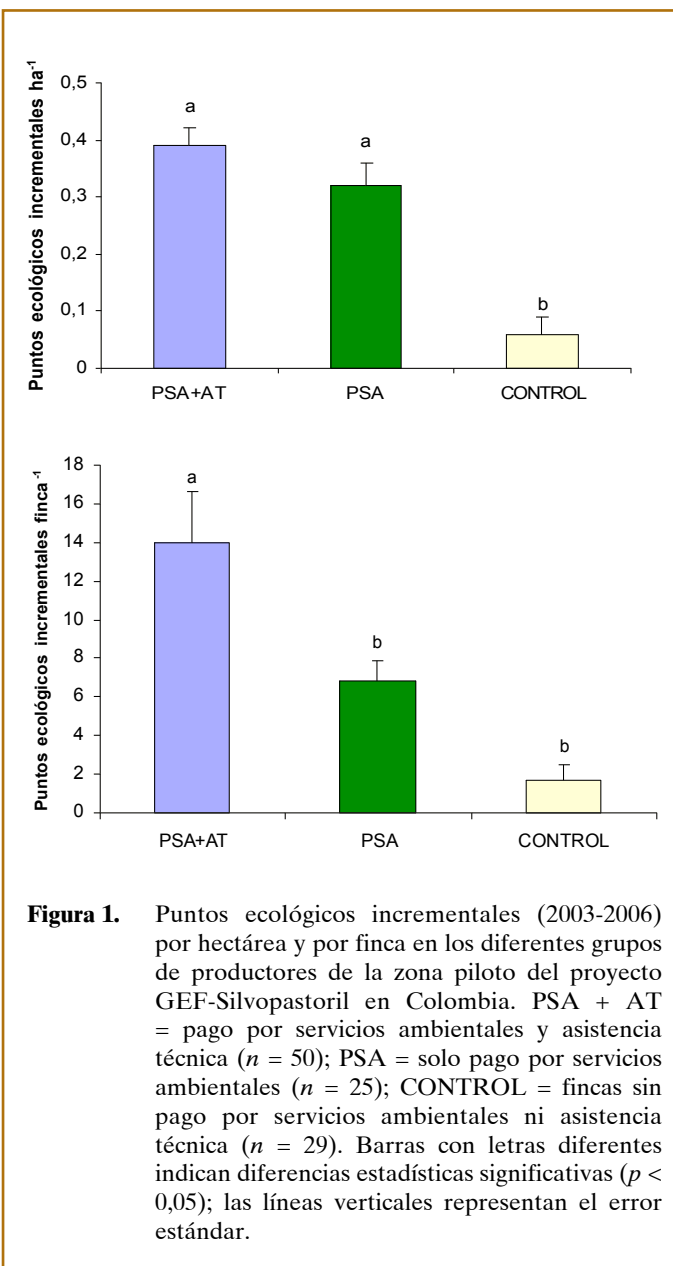
Las fincas que recibieron PSA + AT y solo PSA presentaron un mayor cambio de uso del suelo, obteniendo mayor puntaje incremental por unidad de área ( $p < 0,05$ ) que las fincas control (Figura 1). A pesar de que no hubo diferencias estadísticas significativas entre fincas con PSA y PSA + AT ( $p > 0,05$ ), muchos productores consideraron que la asistencia fue importante para inducir los cambios realizados en sus fincas (Zapata y Mejía 2004). La similitud estadística se pudo deber a que las fincas con asistencia técnica y sin ella estuvieron en la misma área piloto, lo cual permitió la difusión de la información y capacitación entre productores; estos factores, en conjunto con el efecto de otras instituciones locales, podrían haber enmascarado el impacto de la asistencia técnica del proyecto.

En contraste, los puntos incrementales por fincas fueron estadísticamente superiores ( $p < 0,05$ ) en el grupo con PSA+AT respecto a los otros dos tratamientos (Figura 1). Similares resultados se obtuvieron en el proyecto para Nicaragua y Costa Rica (Casasola et ál. 2007,

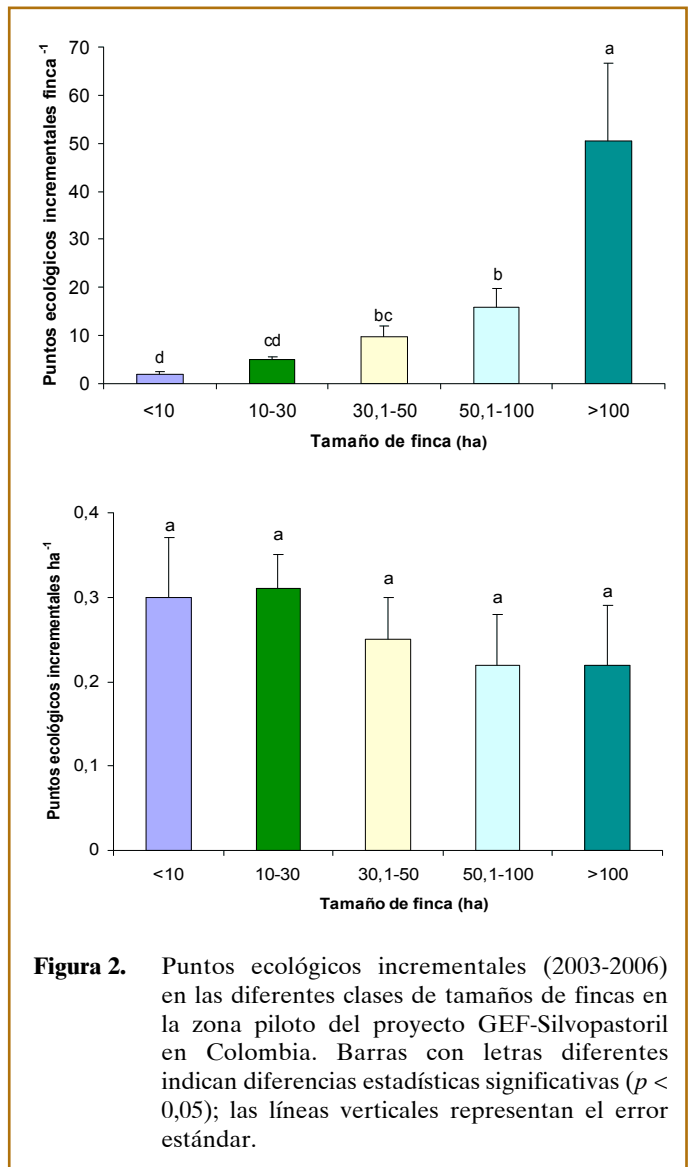
**Cuadro 1.** Pagos por servicios ambientales en fincas de la zona piloto del proyecto GEF – Silvopastoril en Colombia

Pagos	Pago línea base (2003)	Pago incremental		
		2004 (n = 75)	2005 (n = 75)	2006 (n = 36)
Pago promedio (US\$ finca <sup>-1</sup> )	192 ± 164	706 ± 1076	727 ± 673	687 ± 610
Pago promedio (US\$ ha <sup>-1</sup> )	6,2 ± 1,9	17,9 ± 14,8	18,5 ± 20,1	19,4 ± 15,2

esta edición). Sin embargo, una de las limitantes para el funcionamiento de los esquemas de PSA es la disponibilidad de fondos; por esta razón, es necesario buscar mecanismos alternativos, tales como sobrepagos o valor agregado a los productos o reducciones en el pago de impuestos de las fincas amigables con el ambiente. Se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) en el promedio de puntos incrementales por finca entre tamaños de estas, tendiendo a incrementarse a medida que aumenta su tamaño. Sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) en los puntos incrementales por hectárea entre tamaños de finca (Figura 2). Esto se relaciona con la disponibilidad de capital del productor para efectuar los cambios en el uso de la



**Figura 1.** Puntos ecológicos incrementales (2003-2006) por hectárea y por finca en los diferentes grupos de productores de la zona piloto del proyecto GEF-Silvopastoril en Colombia. PSA + AT = pago por servicios ambientales y asistencia técnica ( $n = 50$ ); PSA = solo pago por servicios ambientales ( $n = 25$ ); CONTROL = fincas sin pago por servicios ambientales ni asistencia técnica ( $n = 29$ ). Barras con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ); las líneas verticales representan el error estándar.



**Figura 2.** Puntos ecológicos incrementales (2003-2006) en las diferentes clases de tamaños de fincas en la zona piloto del proyecto GEF-Silvopastoril en Colombia. Barras con letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ); las líneas verticales representan el error estándar.

tierra. No obstante, las fincas pequeñas tendieron a hacer los mayores cambios por hectárea.

La implementación de prácticas silvopastoriles requiere de gran capacidad técnica; por tal razón, los productores pobres pueden encontrar mayores dificultades para participar pues, en su gran mayoría, carecen de la educación necesaria o el acceso a la asistencia técnica (Pagiola et al. 2005). Uno de los aspectos importantes del mecanismo evaluado es la obtención de un ingreso estable para los productores.

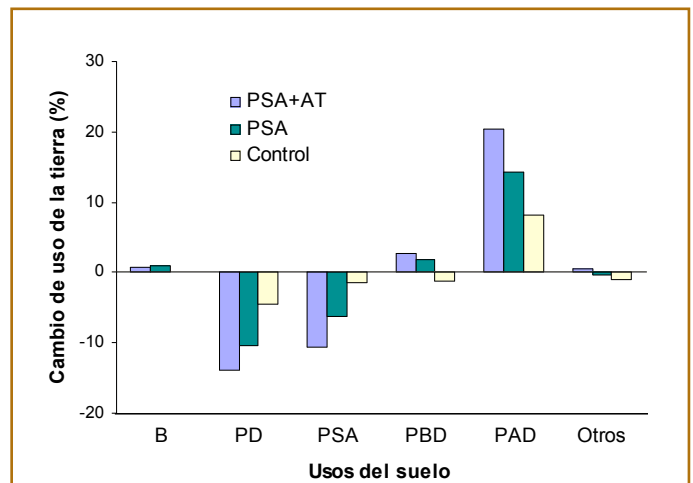
### Usos de la tierra

El área total del proyecto fue de 3536,5 ha. Los cambios de uso del suelo más importantes entre el 2003 y 2006 fueron una reducción del porcentaje del área total en pasturas degradadas, que pasó de 2,8 a 0,5% y de

pasturas sin árboles del 63,9 al 43,1%, mientras que el área en pasturas mejoradas con árboles cambió de 1,8 a 12,2% del área total. Además, se establecieron sistemas silvopastoriles intensivos (*Leucaena* asociada con pastos; Cuadro 2), los cuales al 2006 representan el 3,3% del área total. En general, los sistemas silvopastoriles intensivos fueron implementados por productores con mayor disponibilidad de capital, ya que esta tecnología tiene un alto costo de establecimiento y, para lograr un impacto en la productividad de la finca, se requiere adoptarla en el área total de las pasturas. Los SSP intensivos han demostrado sus bondades biológicas y económicas, ya que permiten mantener cargas animales altas sin la necesidad de fertilización química; sin embargo, el alto costo de establecimiento (US\$ 1440 ha<sup>-1</sup>) dificulta su adopción, en particular por parte de aquellos productores con poca disposición de capital (Murgueitio et ál. 2006).

En todos los grupos de fincas se sustituyeron áreas de pasturas degradadas y potreros sin árboles por pasturas mejoradas con árboles. La magnitud de estos cambios fue mayor en el grupo de productores que recibieron PSA + AT (Figura 3). Esto se puede atribuir principalmente a la capacitación recibida en temas como establecimiento y manejo de pasturas, introducción de árboles en potreros, establecimiento y manejo de cercas vivas y conservación de bosques. Además, la experiencia con los productores nos ha mostrado que ellos han experimentado un cambio en su percepción sobre el manejo

de la ganadería al utilizar enfoques de manejo racional de uso de la tierra, como la integración de los sistemas silvopastoriles (López 2005).



**Figura 3.** Cambio porcentual en el uso de la tierra (2003-2006) en los diferentes grupos de fincas ganaderas de la zona piloto del proyecto GEF- Silvopastoril en Colombia. PSA + AT = grupo de productores con pago por servicios ambientales y asistencia técnica (n = 50); PSA = grupo de productores con solo pago por servicios ambientales (n = 25); Control = grupo de productores sin PSA ni AT (n = 29). B = bosque; PD = pastura degradada; PSA = pastura sin árboles; PBD = pastura mejorada con baja densidad de árboles; PAD = pastura con alta densidad de árboles.

**Cuadro 2.** Dinámica del uso de la tierra en fincas ganaderas de la zona piloto del proyecto GEF - Silvopastoril en Colombia (3536,5 ha)

Uso de la tierra	2003		2006	
	ha	%	ha	%
Pastura degradada	97,7	2,8	18,1	0,5
Pastura natural sin árboles	780,6	22,1	255,1	7,2
Pastura mejorada sin árboles	1476,9	41,8	1270,9	35,9
Cultivo de semiperennes (plátano o café sin sombra)	291,0	8,2	235,3	6,7
Pastura natural con baja densidad de árboles	6,2	0,2	23,9	0,7
Pastura mejorada enriquecida con baja densidad de árboles	0,0	0,0	192,1	5,4
Cultivos perennes <sup>a</sup>	106,8	3,0	105,4	3,0
Pastura mejorada con baja densidad de árboles	60,3	1,7	218,2	6,2
Pastura natural con alta densidad de árboles	0,0	0,0	35,0	1,0
Pastura mejorada con alta densidad de árboles	2,2	0,1	213,9	6,0
Sistema silvopastoril intensivo	0,0	0,0	117,6	3,3
Bosques <sup>b</sup>	714,8	20,2	729,5	20,6
Otros	0,0	0,0	121,5	3,4

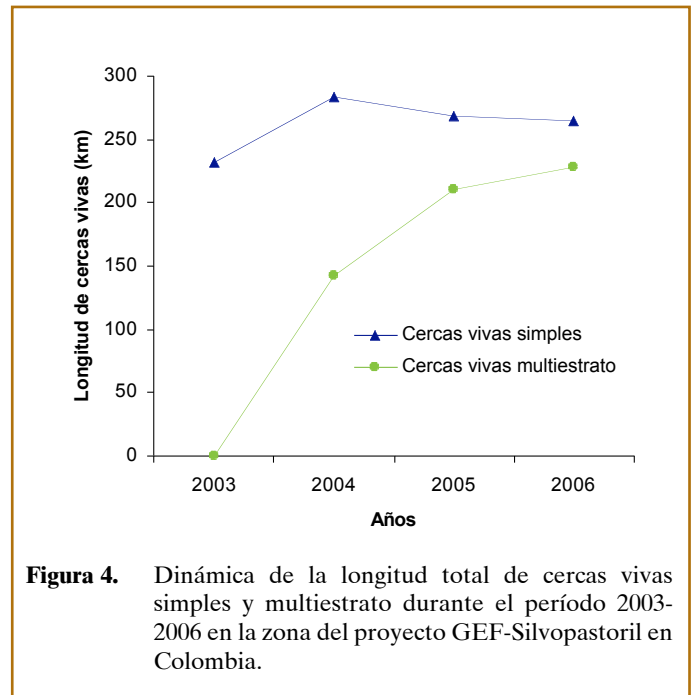
Notas: <sup>a</sup> Incluye café con sombrío de árboles, plantaciones homogéneas de frutales, policultivos de frutales. <sup>b</sup> Incluye bosques primarios, secundarios, secundarios inter-venidos, ribereños y sucesión vegetal. Otros: cultivo de ciclo corto, bancos forrajeros de gramíneas y leñosas para corte, bancos forrajeros diversificados para corte, plantaciones maderables en monocultivo y plantaciones maderables diversificadas.



Ganado consumiendo *Leucaena* en un sistema silvopastoril intensivo. Finca El Arco, La Tebaida, Quindío, Colombia (foto: CIPAV)

En Costa Rica y Nicaragua se reportan tendencias similares (Casasola et ál. 2007, esta edición), ya que las pasturas degradadas disminuyeron su área mientras que los pastos mejorados con altas densidades de árboles la incrementaron. Esto permite aumentar la disponibilidad y calidad del forraje y, en consecuencia, la productividad de las fincas (Murgueitio 2000). Además, las pasturas arborizadas bien establecidas mitigan los efectos ambientales perjudiciales de los sistemas ganaderos tradicionales, ya que fijan carbono (Oelbermann e Ibrahim 2006) y aumentan la biodiversidad (Tobar et ál. 2006).

La longitud total de las cercas vivas en el área del proyecto aumentó considerablemente. Las cercas vivas simples (con una o dos especies dominantes) se incrementaron en 33,2 km, mientras que las multiestratos (con más de dos especies de diferentes alturas y usos: maderables, frutales, forrajeras y medicinales, entre otros) crecieron en 228 km entre el 2003 y 2006 (Figura 4). Las cercas vivas simples presentaron una leve disminución en su longitud total entre el 2004 y 2006 (Figura 4), debido a que muchas de ellas fueron convertidas a cercas vivas multiestrato. Los productores incorporaron en las cercas vivas especies nativas multipropósito como *Astronium graveolens*, *Dalbergia retusa*, *Pithecellobium saman*, *Albizia guachapele* y frutales.



**Figura 4.** Dinámica de la longitud total de cercas vivas simples y multiestrato durante el período 2003-2006 en la zona del proyecto GEF-Silvopastoril en Colombia.

Los productores implementaron las cercas vivas por su facilidad de manejo, costos bajos en comparación con las cercas muertas y porque ocupan áreas reducidas de la finca. Además, estos sistemas silvopastoriles son importantes para la división de los potreros debido a su durabilidad y, dependiendo de la especie utilizada, constituyen fuentes importantes de forraje, leña, madera y frutos. Igualmente, las cercas vivas desempeñan un papel ecológico importante como proveedoras de hábitat y de recursos alimenticios para especies animales y por la conectividad de fragmentos de bosques a través del paisaje (Harvey et ál. 2005).

## CONCLUSIONES

- El PSA indujo a cambios en el uso de la tierra en las fincas. Sin embargo, es importante evaluar el efecto de la asistencia técnica en la dinámica del uso de la tierra.
- La obtención de puntos ecológicos incrementales a nivel de finca fue proporcional a su tamaño; sin embargo, en términos de unidad de superficie (ha), las fincas pequeñas mostraron cierta tendencia a ser más eficientes. Esto refleja la importancia del pago por servicios ambientales para fomentar mejoras en fincas con restricciones de capital y de conocimiento tecnológico, los cuales son fundamentales para la implementación y manejo de sistemas silvopastoriles.

- Los usos de la tierra con aumentos importantes fueron las cercas vivas, las pasturas mejoradas con árboles y los sistemas silvopastoriles intensivos; por otro lado, mostraron reducciones significativas las áreas con pasturas degradadas y las pasturas sin árboles. Además, se encontró que el PSA no tuvo consecuencias negativas para el área boscosa.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Casasola, F; Ibrahim, M; Ramirez, E; Villanueva, C. 2007. Influencia del Pago de servicios ambientales en los cambios de uso de la tierra en fincas ganaderas: la experiencia del proyecto GEF-silvopastoril en Costa Rica y Nicaragua. *Revista Agroforestería en las Américas* (este número).
- Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 59:149-155.
- Gobbi, J; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Revista Agroforestería en las Américas* 10(39-40):52 - 60.
- Harvey, C; Villanueva, C; Villacís, J; Chacon, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Saenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F. 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture Ecosystems & Environment* 111:200-230.
- Ibrahim, M; Casasola, F; Gobbi, J. 2007. Informe de Avance Anual N° 4 (Agosto 2005 – Agosto 2006). Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (GEF-Banco Mundial). Turrialba, CR, CATIE- CIPAV- NITLAPAN. 176 p.
- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina, Editorial Brujas. 318 p.
- López, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica-Beneficios Económicos y Ambientales. San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 247-266.
- \_\_\_\_\_; 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 del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali, CO, CIPAV. 97 p.
- \_\_\_\_\_; Cuellar, P; Ibrahim, M; Gobbi, J; Cuartas, C; Naranjo, JF; Zapata, A; Mejía, C; Zuluaga, AF; Casasola, F. 2006. Adopción de sistemas agroforestales pecuáricos. In Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción pecuaria sostenible (4) y Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción agropecuaria sostenible (3, 2006, Varadero, CU). Memoria. Varadero, CU, EEPF-ICA-IGAT-IIF-CATIE-CIPAV. 1 disco compacto.
- Oelbermann, M; Ibrahim, M. 2006. The Carbon Quandary: can agroforestry systems sequester enough of it? In Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción pecuaria sostenible (4) y Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción agropecuaria sostenible (3, 2006, Varadero, CU). Memoria. Varadero, CU, EEPF-ICA-IGAT-IIF-CATIE-CIPAV. 1 disco compacto.
- Pagiola, S; Arcenas, A; Platais, G. 2005. Can Payments for Environmental Services Help Reduce Poverty? An Exploration of the Issues and the Evidence to Date from Latin America. *World Development* 33(2):237-253.
- Ríos, N; Jiménez, F; Ibrahim, M; Andrade, H; Sancho, F. 2006. Parámetros hidrológicos y de cobertura vegetal en sistemas de producción ganadera en la zona de recarga de la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. *Revista Recursos Naturales y Ambiente* 48:111-117.
- Tobar, D; Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2006. Diversidad de mariposas diurnas en un paisaje agropecuario en la región del Pacífico Central de Costa Rica. In (4) y Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción agropecuaria sostenible (3, 2006, Varadero, CU). Memoria. Varadero, CU. p. 102.
- Zapata, A; Mejía, C. 2004. Avances 2002 –2004 del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali, CO, CIPAV. 12 p.