

Avances de Investigación

Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica

Francisco Casasola¹; Muhammad Ibrahim²; Elías Ramírez³; Cristóbal Villanueva¹; Claudia Sepulveda¹; José L. Araya⁴

Palabras claves: bosques, cercas vivas, fincas ganaderas, índice ecológico, pasturas con árboles, pasturas degradadas.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del pago por servicios ambientales sobre los cambios en los usos de la tierra en fincas de productores ganaderos en Matiguás, Nicaragua, y en Esparza, Costa Rica, en el marco del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Se asignaron al azar 131 y 124 productores ganaderos en Nicaragua y Costa Rica, respectivamente, a grupos con pago por servicios ambientales y sin él. Las fincas fueron clasificadas según su tamaño en pequeñas, medianas y grandes. Se desarrolló un índice ecológico como herramienta para el pago, basado en el potencial de cada uso de la tierra para secuestrar carbono y conservar la biodiversidad. Los resultados mostraron que el pago por servicios ambientales condujo a una disminución del área de pasturas degradadas (20,5% en Nicaragua y del 13% en Costa Rica); por otro lado, se incrementó el área de pasturas mejoradas con árboles (15,1% en Nicaragua y 36,4% en Costa Rica), las cercas vivas multiestratos (143,8 km en Nicaragua y 196,7 km en Costa Rica) y el área con bosques (1,1% en Nicaragua y 0,9% en Costa Rica). Los puntos ecológicos incrementales ha⁻¹ mostraron diferencia significativa entre grupos de fincas con pago y sin él. En Costa Rica, las fincas pequeñas y medianas tuvieron un pago por servicios ambientales acumulado mayor que las fincas grandes (87, 83 y 59 US\$ ha⁻¹, respectivamente). Se concluye que el PSA motivó la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas por medio de pasturas mejoradas arborizadas y cercas vivas, lo cual permite mejorar la producción animal y lograr un ingreso extra por medio de la venta de servicios ambientales.

Payment for environmental services and land-use changes in cattle dominated landscapes in the sub-humid tropics of Nicaragua and Costa Rica

Keywords: cattle farms, degraded pastures, ecological index, forest, live fences, pastures with trees.

ABSTRACT

We studied the effect of payments for environmental services on land-use changes carried out by cattle farmers in Matiguás, Nicaragua, and Esparza, Costa Rica, within the frame of the project Integrated Silvopastoral approaches for Ecosystem Management. In Nicaragua and Costa Rica, farmers were randomly assigned to groups with and without payments for services. The farms were further classified according to size as small, medium, and large. An ecological index was developed, based on the carbon sequestration and biodiversity conservation potential of each land use. Our results show that payments for environmental services to cattle farmers resulted in a decrease in the percentage area of degraded pastures (20.5% in Nicaragua and 13% in Costa Rica) and in an increase in the percentage area of improved pastures with trees (15.1% in Nicaragua and 36.4% in Costa Rica), multi-strata live fences (143.8 km in Nicaragua and 196.7 km in Costa Rica) and in the percentage area of forested lands (1.1% in Nicaragua and 0.9% in Costa Rica). Farmers with payments had a significantly higher number of incremental ecological points ha⁻¹ compared to the control group. In Costa Rica, small and medium sized farmers had higher values of accumulated payments for environmental services ha⁻¹ compared to large sized farmers (87, 83 and 59 US\$ ha⁻¹, respectively). We conclude that these payments are an incentive to adopt silvopastoral systems by means of improved pastures with trees, live fences, and fodder banks, which help improve animal production and achieve additional income through the sale of environmental services.

¹ Investigadores del Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente – CATIE, Costa Rica. Correos electrónicos: fcasasol@catie.ac.cr; cvillanu@catie.ac.cr; csepul@catie.ac.cr

² Director del Grupo de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente – CATIE, Costa Rica. Correo electrónico: mibrahim@catie.ac.cr

³ Coordinador del proyecto GEF Silvopastoril en Nicaragua. Correo electrónico: nitlactaf@ns.uca.edu.ni

⁴ Zootecnista de la región Pacífico Central, Ministerio de Agricultura, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años, el área dedicada a pastizales en Centroamérica ha aumentado de 3,5 a 9,5 millones de hectáreas (Kaimowitz 2001), de las cuales cerca del 50% se encuentran en estado avanzado de degradación (Szott et ál. 2000). Esto conduce a pérdidas significativas en la productividad de las fincas y a la degradación de los recursos naturales. Holmann et ál. (2004), en un estudio en Honduras, estimaron pérdidas en producción de leche y carne por efecto de la degradación de pasturas de 130,9 y de 95 millones US\$ año⁻¹, respectivamente. Betancourt et ál. (2006) encontraron en el norte de Guatemala pérdidas económicas de productos animales cercanas a los US\$ 82,5 ha⁻¹ año⁻¹ por degradación de pasturas, indicando que las pérdidas son mayores cuando se internalizan las externalidades negativas como la erosión de los suelos o la disminución en la biodiversidad.

Los sistemas silvopastoriles son alternativas para desarrollar una ganadería sostenible porque mejoran la producción de leche (Betancourt et ál. 2003, Souza et ál. 2003), generan servicios ambientales (Harvey et ál. 2003, Chacón et ál. 2006, Ríos et ál. 2006) e incrementan la rentabilidad de las fincas (Holmann et ál. 1992, Alonzo et ál. 2001). Sin embargo, estas tecnologías presentan bajos niveles de adopción (Dagang y Nair 2003), debido principalmente a los elevados costos de establecimiento y manejo de algunos de estos sistemas, como los bancos forrajeros leñosos. En los últimos años, el CATIE (en Costa Rica), Nitlapán (Nicaragua) y CIPAV (Colombia) han implementado un proyecto de pago por servicios ambientales (PSA) para incentivar la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas. Este trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto del PSA sobre el cambio en los usos de la tierra, el incremento de puntos ecológicos y el PSA acumulado en fincas ganaderas de Costa Rica y Nicaragua entre 2003 y 2006.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en dos paisajes dominados por la ganadería: Esparza, en Costa Rica, y Matiguás, en Nicaragua. Ambos sitios fueron seleccionados por el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas (GEF-Silvopastoril, en colaboración con el Banco Mundial y FAO). La zona de Esparza cubre un área de 432 km² (09°59'N y 84°38'O) y presenta una precipitación media anual de 2040 mm, distribuidos entre junio a noviembre. La zona de Matiguás cubre un área de 457 km² (12°50'N

y 85°27'O) y registra una precipitación media anual de 1600 mm, distribuidos de mayo a diciembre. Ambos sitios se ubican en la zona de vida del bosque subhúmedo tropical. La actividad ganadera es dominada por los sistemas productivos de cría y doble propósito en el paisaje de Costa Rica y doble propósito en el paisaje de Nicaragua.

Se seleccionaron 124 fincas ganaderas en Costa Rica y 131 en Nicaragua para participar en el proyecto. Las fincas fueron seleccionadas con base en los siguientes criterios: pequeños y medianos productores cuya familia tuviera la ganadería como principal actividad económica; accesibilidad a la finca; y disposición del productor para firmar un contrato de pago por servicios ambientales (PSA). Los finqueros fueron ubicados al azar en dos grupos en cada país: en Costa Rica, un grupo consistió en 96 productores que recibieron PSA y el otro en 28 productores que no recibieron PSA (grupo control). En Nicaragua, los mismos grupos fueron constituidos por 104 y 27 participantes, respectivamente. En ambos países, las fincas sujetas a PSA se clasificaron en tres estratos según su tamaño: pequeñas (1-25 ha), medianas (26-50 ha) y grandes (≥51 ha).

En el 2003, se estableció la línea base de los usos de la tierra en las fincas seleccionadas. Los usos de la tierra se reconocieron en el campo utilizando una imagen satelital georeferenciada con resolución espacial de 0,6 × 0,6 m por pixel. Se imprimieron secciones de la imagen que fueron utilizadas como insumo para levantar los usos de la tierra en cada polígono. La información recolectada en el campo fue procesada



Productores ganaderos participantes en el proyecto de pago por servicios ambientales, Esparza, Costa Rica (Proyecto GEF - Silvopastoril)

por medio de sistemas de información geográfica (programa ARC VIEW 3.3) para obtener el área total de la finca y de sus respectivos usos de la tierra. El PSA por finca calculado en el período del estudio (2003-2006) se determinó con base en las áreas de los usos de la tierra existentes y su respectivo valor del índice ecológico (puntos ecológicos). El índice ecológico varía en cada uso de la tierra según su potencial para generar servicios ambientales en términos de secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad. Las pasturas degradadas presentan un valor de punto ecológico de 0 puntos, mientras los bosques primarios tienen un valor de 2 (un punto para biodiversidad y otro punto para carbono); todos los demás usos presentan valores del índice ecológico de entre 0 y 2. Por ejemplo, una pastura mejorada con alta densidad de árboles presenta un valor del índice ecológico de 1,3 puntos, donde 0,7 provienen de su capacidad de secuestrar carbono y 0,6 de su aporte a la conservación de la biodiversidad. El valor del punto ecológico fue de US\$ 10 en el año 2003 (línea base), mientras que en los siguientes años fue de US\$ 110 y 75 según fuera el esquema de PSA de 2 o 4 años, respectivamente. Se pagaron los puntos ecológicos incrementales a partir de la línea base (Murgueitio et ál. 2003).

Los datos del monitoreo de uso de la tierra durante los años del estudio se organizaron en bases de datos Excel, y se estimó la tasa de cambio en porcentaje de los usos de la tierra de las fincas entre los años 2003 y 2006. La estimación de las tasas de cambio se realizó para los usos de la tierra que mostraron una mayor dinámica de cambios, como las pasturas degradadas, pasturas naturales sin árboles, pasturas naturales con árboles, pasturas mejoradas sin árboles, pasturas mejoradas con árboles, cercas vivas, bancos forrajeros y bosques (parches de bosques primarios, bosques secundarios, bosques riparios y tacotales). En Costa Rica, la variable de puntos ecológicos se examinó mediante un análisis de varianza para conocer la diferencia entre grupos de fincas, y como hubo diferencia estadística significativa se llevó a cabo una prueba de comparación de medias de Duncan ($p < 0,05$). Para Nicaragua, se realizó un análisis de varianza no paramétrico por medio de la prueba de Kruskal-Wallis. En ambos países la variable PSA acumulado se examinó por medio de esta prueba para conocer la diferencia entre los estratos de tamaños de fincas (pequeñas, medianas y grandes). Se escogió este análisis porque las variables no presentaron una distribución normal ($p < 0,05$) según la prueba de Shapiro Wilks modificada (InfoStat 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambio de uso de la tierra

El área total de las fincas con PSA en Costa Rica fue de 3124,5 ha y en Nicaragua de 3173,4 ha. En la línea base (año 2003), los principales usos de la tierra en Costa Rica fueron los bosques y las pasturas naturales con árboles, mientras que en Nicaragua fueron las pasturas degradadas, los bosques y las pasturas naturales con árboles (Cuadro 1). Después de tres años de PSA, se observó una disminución en el porcentaje de área total bajo pasturas degradadas en Costa Rica del 13% y en Nicaragua del 20,5%, y en el porcentaje de pasturas sin árboles en Costa Rica del 9,5%. Por otro lado, se observó un incremento en el porcentaje de área de pasturas mejoradas con árboles en Costa Rica del 36,4% y en Nicaragua del 15,1%. En ambos sitios se observaron incrementos en los porcentajes de áreas con bosques y, en el caso de Nicaragua, se registró un incremento en el porcentaje de área de bancos forrajeros de 4,9. Los cambios de pasturas degradadas y naturales a mejoradas y la inclusión de bancos forrajeros representan ventajas para el productor porque permiten incrementar la productividad animal (carne y/o leche) y la competitividad. En este sentido, López (2005) menciona que el costo de producción de leche en fincas ganaderas de Rivas, Nicaragua, que utilizan bancos forrajeros de *Gliricidia sepium* (madero negro) es de US\$ 0,15 kg⁻¹, mientras que en las fincas donde no los utilizan es de US\$ 0,27 kg⁻¹. Betancourt et ál. (2003) reportan que vacas que pastoreaban en potreros con niveles de cobertura arbórea entre el 22 y 30% produjeron hasta un litro de leche más por día que las vacas en potreros con baja cobertura arbórea (0 y 7%) en Matiguás, Nicaragua.

La implementación de estos cambios de uso de la tierra contribuyen a la protección del recurso suelo contra la erosión, incrementan el secuestro de carbono y reducen el uso de herbicidas en potreros para controlar malezas. Estudios realizados en Esparza mostraron que las pasturas mejoradas con árboles y bancos forrajeros presentaron niveles de escorrentía del 15 y 4%, respectivamente, los cuales fueron significativamente menores que el 28% encontrado en pasturas degradadas (Ríos et ál. 2006). Chacón et ál. (2006) reportaron que los contenidos de carbono orgánico del suelo a un metro de profundidad en pasturas mejoradas arborizadas fueron de 117 y 106 t ha⁻¹ para Esparza y Matiguás, respectivamente, mientras que en pasturas degradadas se encontraron almacenamientos de carbono de 21,6 y 63,0 t ha⁻¹ en los sitios respectivos.

En los dos sitios se observaron ligeros incrementos en el área de bosques. Sin embargo, los cambios no han sido mayores porque los finqueros consideran riesgoso dejar áreas de la finca para conservación exclusiva (regeneración natural) sabiendo que el PSA es temporal. Los productores argumentan que una vez finalizado el proyecto no hay seguridad de que existan PSA para esas áreas. Además, en el caso de Costa Rica, la legislación vigente no permitiría la reconversión de áreas de conservación a usos agropecuarios de la tierra. En ambos sitios incrementó la longitud y complejidad de las cercas vivas (Figura 1). Muchas de las cercas vivas simples han sido transformadas por los productores en cercas vivas multiestratos (diversificadas), utilizando dos o más especies maderables y/o frutales. Las cercas vivas simples en las zonas piloto del proyecto están comúnmente constituidas por especies como *Bursera simaruba* (indio desnudo) y *Gliricidia sepium* (madero negro); mientras que en las multiestratos, además de las especies anteriores es común observar especies maderables como *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Pachira quinata* (pochote), *Tabebuia rosea* (roble de sabana) y algunas especies frutales como *Citrus* spp. (limón y naranja), *Mangifera indica* (mango) y *Byrsonima crassifolia* (nance). Las

cercas vivas, en particular las multiestratos, mejoran la conectividad entre parches de bosques, lo cual es de beneficio para la conservación de la biodiversidad en el paisaje (Harvey et ál. 2003). Una estrategia importante para la conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios es la inclusión y diversificación de las cercas vivas, debido a que brindan una variedad de hábitats y fuentes alimenticias para la fauna silvestre (Griffith 1999). Tobar et ál. (2006) encontraron que las pasturas mejoradas con alta densidad de árboles y las cercas vivas multiestratos albergaron 61 y 70 especies de mariposas, respectivamente, en la zona de Esparza.

Índice ecológico

En Costa Rica y Nicaragua, los puntos ecológicos incrementales por hectárea obtenidos por el grupo de productores que recibieron PSA fue significativamente mayor ($p < 0,05$) que los obtenidos por el grupo control (Figura 2). El grupo de productores con PSA fue 40 y 7,1% mayor que el grupo control en Costa Rica y Nicaragua, respectivamente. La menor diferencia entre productores con PSA y sin él en Nicaragua se debe probablemente a que muchos de los productores control son fincas grandes (>50 ha) con acceso a programas de

Cuadro 1. Cambio de uso de la tierra en fincas ganaderas del proyecto GEF Silvopastoril que recibieron PSA durante el período 2003-2006 en Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua

Uso de la tierra	2003		2006		Diferencia (2006 - 2003)	
	ha	%	ha	%	ha	%
Costa Rica						
Pastura degradada	558,7	17,9	153,3	4,9	-405,4	-13,0
Pastura natural sin árboles	253,6	8,1	3,7	0,1	-249,9	-8,0
Pastura mejorada sin árboles	62,1	2,0	16,2	0,5	-45,9	-1,5
Pastura natural con árboles	910,6	29,1	438,3	14,0	-472,3	-15,1
Pastura mejorada con árboles	246,5	7,9	1384,6	44,3	1138,1	36,4
Bancos forrajeros	13,3	0,4	17,2	0,6	3,9	0,2
Bosques	927,4	29,7	954,6	30,6	27,2	0,9
Otros	152,3	4,9	156,5	5,0	4,2	0,1
Nicaragua						
Pastura degradada	874,8	27,6	224,5	7,1	-650,3	-20,5
Pastura natural sin árboles	65,0	2,0	61,2	1,9	-3,8	-0,1
Pastura mejorada sin árboles	21,9	0,7	27,9	0,9	6,0	0,2
Pastura natural con árboles	724,4	22,8	854,7	26,9	130,3	4,1
Pastura mejorada con árboles	314,1	9,9	792,3	25,0	478,2	15,1
Bancos forrajeros	88,4	2,8	243,6	7,7	155,2	4,9
Bosques	784,0	24,7	820,3	25,8	36,3	1,1
Otros	300,8	9,5	148,9	4,7	-151,9	-4,8

Notas: Bosques: incluyen bosques secundarios, primarios, riparios y tacotales. Bancos forrajeros: incluyen los bancos forrajeros de gramíneas para corte, bancos forrajeros de leñosas para corte, bancos forrajeros diversificados para corte y sistemas silvopastoriles intensivos. Otros: incluyen cultivos de ciclo corto, cultivos semiperennes, cultivo homogéneo de frutales, policultivos de frutales, plantaciones maderables en monocultivo y plantaciones maderables diversificadas.

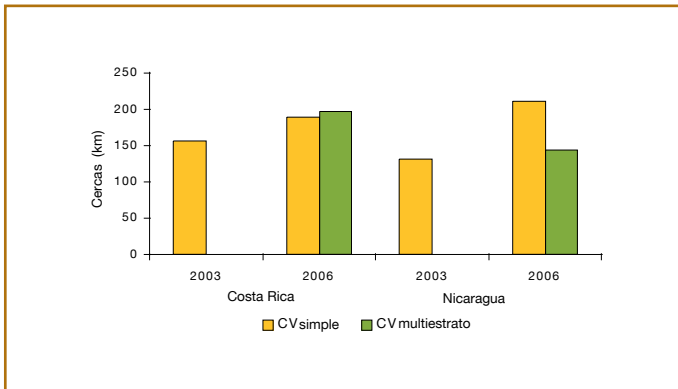


Figura 1. Cambios en la longitud de las cercas vivas (km) durante el período comprendido entre el 2003 (línea base) y el 2006 en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica y de Matiguás, Nicaragua (nota: no hubo cercas multiestrato en 2003).

crédito, capacitación y asistencia técnica por medio de Nitlapán y otras instituciones locales. Es evidente que el PSA está actuando como un incentivo para acelerar el proceso de cambios en el uso de la tierra hacia fincas ganaderas más amigables con el ambiente.

Pago por servicios ambientales acumulado en el período 2003-2006

A nivel de finca, en Costa Rica el PSA acumulado por las fincas pequeñas fue significativamente diferente al PSA acumulado por las fincas medianas y grandes ($p < 0,05$), siendo los pagos que obtuvieron las fincas pequeñas menores a los que obtuvieron las fincas medianas y grandes. En Nicaragua, los pagos acumulados por finca presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tamaños de fincas (Figura 3). Como era de esperar, entre más grande fue el área de la finca mayor fue el PSA recibido.

En Costa Rica, el PSA acumulado por hectárea presentó diferencias significativas entre tamaños de fincas ($p < 0,05$). Las fincas pequeñas y medianas alcanzaron montos de pago similares y mayores que las fincas grandes (87, 83 y 59 US\$ ha⁻¹, respectivamente). En Nicaragua, no se encontraron diferencias significativas entre tamaños de fincas para la variable PSA acumulado por hectárea ($p > 0,05$), aunque las fincas pequeñas presentaron montos mayores que las fincas medianas y grandes (68, 61 y 61 US\$ ha⁻¹ respectivamente; Figura 4). Se ha demostrado que la recuperación de la inversión de los sistemas silvo-pastoriles disminuye cuando se compensa al finquero por los servicios ambientales generados, al igual

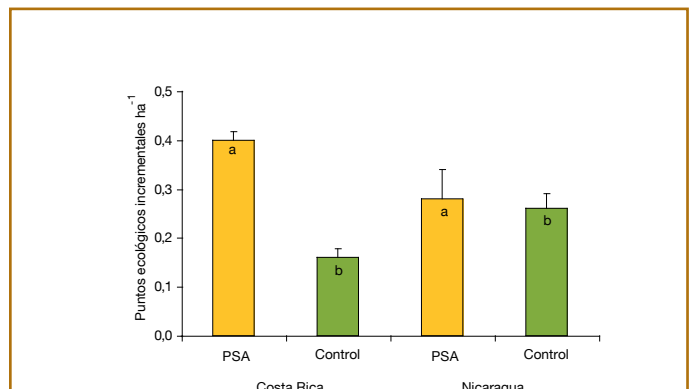


Figura 2. Puntos ecológicos incrementales por hectárea en fincas con PSA y control (sin PSA) en Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua. Las líneas verticales representan el error estándar. A nivel de país, barras con diferente letras expresan diferencias significativas entre grupos de fincas ($p < 0,05$).

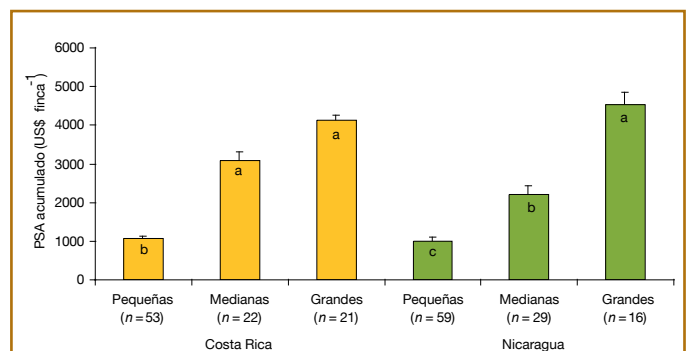


Figura 3. Pago por servicios ambientales (PSA) acumulado en fincas de diferentes tamaños. Fincas pequeñas (1-25 ha); medianas (26-50 ha) y grandes (≥ 51 ha). Las líneas verticales representan el error estándar. A nivel de país, barras con diferente letra expresan diferencias significativas entre estratos de fincas según prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

que amortigua las fluctuaciones en los precios de la leche y la carne hasta en un 15% (Gobbi y Casasola 2003).

En ambos sitios, los productores pequeños (1-25 ha) presentaron pagos acumulados por hectárea mayores que los productores de los demás estratos. Esto muestra que las fincas de menor tamaño utilizan más intensivamente el área y es probable que presenten usos de la tierra más dirigidos hacia la generación de servicios ambientales en comparación con las fincas de mayor tamaño, donde la tierra se utiliza con menor intensidad. López (2005) reportó que las fincas pequeñas en Rivas,

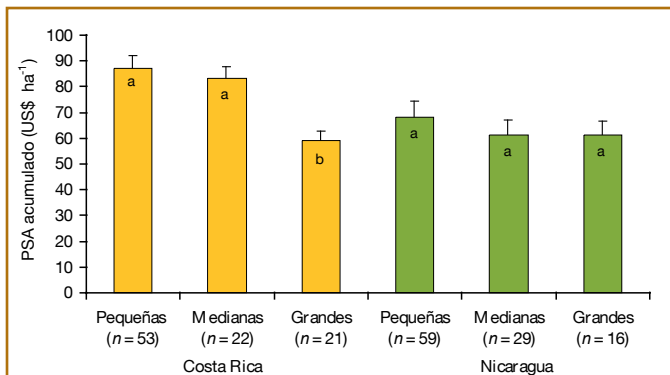


Figura 4. Pago por servicios ambientales (PSA) acumulado por hectárea en fincas de diferentes tamaños. Fincas pequeñas (1-25 ha); medianas (26-50 ha) y grandes (≥ 51 ha). Las líneas verticales representan el error estándar. A nivel de país, barras con diferente letras expresan diferencias significativas entre estratos de fincas según prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Nicaragua, tuvieron mayor adopción de bancos forrajeros que las fincas ganaderas grandes, lo cual demuestra que las fincas pequeñas buscan la intensificación con sistemas que mejoren la productividad de las fincas y paralelamente favorezcan la generación de servicios ambientales.

CONCLUSIONES

En Costa Rica y en Nicaragua, todas las fincas ganaderas estudiadas han realizado cambios en los usos de la tierra. Sin embargo, aquellas que han recibido PSA han acelerado el proceso de cambio de uso de la tierra. En ambos países, los principales cambios en el uso de la tierra en las fincas fueron el incremento en las áreas de pasturas mejoradas con árboles, el incremento en la longitud y complejidad de las cercas vivas y la disminución de las áreas con pasturas degradadas. Estos cambios son muy importantes porque permiten incrementar la producción de leche y/o carne en la finca, y generar servicios ambientales, tales como la conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono. Además, las fincas pequeñas fueron más eficientes en el PSA acumulado alcanzado en comparación con las grandes, lo cual indica que están realizando cambios de uso de la tierra enfocados hacia la producción y conservación de los recursos naturales de la finca. En este sentido, el PSA podría constituirse en una herramienta para reducir el período de recuperación de la inversión en sistemas silvopastoriles, ya que esta ha sido una de las barreras para su masificación.

En ambas zonas piloto los productores que recibieron PSA alcanzaron un mayor incremento en puntos ecológicos en comparación con los productores control. Esto refleja que el PSA es una herramienta importante para promover cambios en usos de la tierra que mejoren la productividad animal y paralelamente contribuyan con la generación de servicios ambientales en fincas ganaderas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alonzo, I; Ibrahim, M; Gómez, M; Kees, P. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30):24-27.
- Dagang, ABK; Nair, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central América: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 149 – 155.
- Betancourt, H; Pezo, D; Cruz, J; Beer, J. 2006. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. *In Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible (4) y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (3, Cuba)*. Memoria. Cuba. p. 140.
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. *Revista Agroforestería en las Américas* 10 (39-40):47-51.
- Chacón, M; Ibrahim, M; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F. 2006. Determinación de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en Centroamérica. *In Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible (4) y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (3, Cuba)*. Memoria. Cuba. p. 106.
- Gobbi, J; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. 2003. *Agroforestería en las Américas* 10 (39):52 -60.
- Griffith, D. 1999. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity after fire. *Conservation Biology* 14(1):325-326.
- Harvey, C; Villanueva, C; Villacis, J; Chácon, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Revista Agroforestería en las Américas* 10(39-40):30-39.
- Holmann, F; Argel P; Rivas L; White D; Estrada R.; Burgos C; Perez E; Ramírez G; Medina A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Cali, CO, CIAT, DICTA, ILRI. 34p. (Documento de Trabajo no. 196).
- _____; Romero, F; Montenegro, J; Chana, C; Oviedo, E; Baños, A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: Primera aproximación. *Turrialba* 42(1):79 -89.

- InfoStat. 2004. InfoStat, versión 2004. Manual del usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera edición. Argentina, Editorial Brujas. 318 p.
- Kaimowitz D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America's Tropical forest? *In Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK, CABI. 1-20 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; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. 1 ed. Cali, CO, Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. 97 p.
- Ríos, J; Ibrahim, M; Jiménez, F; Andrade, H; Sancho, F. 2006. Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en la zona de recarga hídrica de la subcuenca del Río Jabonal, Barranca, Costa Rica. *In Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible (4) y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (3, Cuba)*. Memoria. Cuba. p. 120.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection and alternative land use in Central America. Turrialba. CR, CATIE. 71 p. (Serie Técnica no. 313).
- 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 Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible (4) y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (3, Cuba)*. Memoria. Cuba.