

# Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare

Estrella Cárdenas Castro<sup>1</sup> / Álvaro Mauricio Bustamante Lozano<sup>2</sup> / José Edilson Espitia Barrera<sup>3</sup> / Andrés Páez Martínez<sup>4</sup>

## Resumen

El objetivo fue comparar, en cuanto a productividad en materia seca y captura de carbono, entre un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco fincas ganaderas de piedemonte del departamento de Casanare. En el lote experimental de cada finca se sembró una mezcla de cuatro especies de pastos, de los cuales *Brachiaria brizantha* fue la especie que tuvo un desarrollo exitoso en las cinco fincas, y con la cual se analizó su productividad en materia seca y captura de carbono. A los cinco meses después de la renovación de pastos en los lotes experimentales se obtuvo una productividad en materia seca entre 6,3 y 14,9 tMS/ha, y en captura de carbono entre 2,7 y 6,4 tCOT/ha; mientras que en los lotes tradicionales estuvo entre 4 y 5 tMS/ha, y en captura de carbono entre 1,7 y 2,9 tCOT/ha. A los 20 meses en los lotes experimentales se obtuvo una productividad en materia seca entre 12 y 13,7 tMS/ha, y en captura de carbono entre 4,1 y 4,5 tCOT/ha; mientras que en los lotes tradicionales estuvo entre 4,4 y 6,5 tMS/ha, y en captura de carbono entre 1,4 y 2,1 tCOT/ha. Esto indica que la renovación de praderas con pastos adecuados y el pastoreo de rotación favorecen la producción en materia seca y la captura de carbono.

**Palabras clave:** sistema silvopastoril, productividad, captura de carbono, fincas ganaderas.

## Dry Matter Productivity and Carbon Sequestration in a Silvopastoral System and a Traditional System in Five Foothill Cattle Farms in the Department of Casanare

### Abstract

The goal was to compare, in terms of dry matter productivity and carbon sequestration, a silvopastoral system with a traditional system in five foothill cattle farms in the Department of Casanare. A mixture of four species of grass was planted in the experimental plot of each farm, of which *Brachiaria brizantha* was the species that had a successful development in the five farms, and whose dry matter and carbon sequestration productivity was analyzed. Five months after pasture renovation in the experimental lots, a dry matter productivity between 6.3 and 14.9 tMS/ha and carbon sequestration productivity between 2.7 and 6.4 tCOT/ha were obtained; in traditional lots, dry matter productivity was between 4 and 5 tMS/ha, while carbon sequestration productivity was between 1.7 and 2.9 tCOT/ha. At 20 months,

1 Bióloga, MSc. Docente Investigadora, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de La Salle, Bogotá Colombia.  
✉ ecardenas@unisalle.edu.co

2 Físico, MSc. Docente Investigador, Universidad de La Salle.  
✉ abustamante@unisalle.edu.co

3 Biólogo. Lic. Educación. Director del Museo de La Salle, Universidad de La Salle.  
✉ jespitia@lasalle.edu.co

4 Biólogo, PhD. Docente Investigador, Universidad de La Salle.  
✉ apaez@unisalle.edu.co

dry matter productivity between 12 and 13.7 tMS/ha, and carbon sequestration productivity between 4.1 and 4.5 tCOT/ha were obtained in experimental lots, while in traditional lots, dry matter productivity was between 4.4 and 6.5 tMS/ha, while carbon sequestration productivity was between 1.4 and 2.1 tCOT/ha. This indicates that renewal of grasslands with suitable pastures and rotational grazing favor dry matter and carbon sequestration production.

**Keywords:** Silvopastoral system, productivity, carbon sequestration, cattle farms.

## Produtividade em matéria seca e captura de carbono em um sistema silvipastoril e um sistema tradicional em cinco fazendas de criação de gado no departamento de Casanare

### Resumo

O objetivo foi comparar, com respeito à produtividade em matéria seca e captura de carbono, um sistema silvipastoril e um sistema tradicional em cinco fazendas de criação de gado no departamento de Casanare. No lote experimental de cada fazenda plantou-se uma mistura de quatro espécies de pastos, dos quais *Brachiaria brizantha* foi a espécie que teve um desenvolvimento bem-sucedido nas cinco fazendas, e com a qual analisou-se sua produtividade em matéria seca e captura de carbono. Cinco meses depois da renovação de pastos nos lotes experimentais obteve-se uma produtividade em matéria seca entre 6,3 e 14,9 tMS/ha, e uma captura de carbono entre 2,7 e 6,4 tCOT/ha; enquanto que nos lotes tradicionais esteve entre 4 e 5 tMS/ha, e uma captura de carbono entre 1,7 e 2,9 tCOT/ha. Aos 20 meses nos lotes experimentais obteve-se uma produtividade em matéria seca entre 12 e 13,7 tMS/ha, e em captura de carbono entre 4,1 e 4,5 tCOT/ha; enquanto que nos lotes tradicionais esteve entre 4,4 e 6,5 tMS/ha, e uma captura de carbono entre 1,4 e 2,1 tCOT/ha. Isto indica que a renovação de pastos com variedades adequadas e o pastoreio de rotação favorecem a produção de matéria seca e a captura de carbono.

**Palavras chave:** sistema silvipastoril, produtividade, captura de carbono, fazendas de criação de gado.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de pradera cubren el 41 % de la superficie terrestre, históricamente han sido fundamentales para el abastecimiento alimentario de las sociedades y son productores esenciales de proteína y fibra provenientes del ganado, particularmente en los países en desarrollo. No obstante, algunos investigadores han estimado que la ganadería produce un 9 % de emisiones de dióxido de carbono, 37 % de emisiones de gas metano y 65 % de óxido

nitroso; consideran, además, que estos efectos están contribuyendo en un 18 % al cambio climático global. Las emisiones de estos gases provocan efecto invernadero y son originadas principalmente por la deforestación para el ensanchamiento de la frontera ganadera, la actividad del ser humano que contribuye grandemente a reducir la captura de gas carbónico y, por consiguiente, este se libere a la atmósfera. Además, la fermentación del rumen y las excretas contribuyen a la emisión de gas metano (1).

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa para disminuir el efecto invernadero dado que al establecerse árboles y pasturas en las grandes extensiones de los potreros, en forma conjunta, contribuyen a la captura de carbono y a incrementar la productividad ganadera en forma sostenible (2).

Varios investigadores han mostrado interés en combinar pastos y árboles como un medio para capturar carbono atmosférico con el propósito de mitigar el efecto invernadero (3-5). La ventaja de estos sistemas radica en que el suelo destinado a ganadería puede sostener una mayor cantidad de biomasa fotosintética que un potrero establecido solamente con pastos, lo cual genera una importante cantidad de captura de carbono.

En Costa Rica (6) compararon la captura de carbono en potreros sin árboles con un sistema silvopastoril y encontraron valores de captura de carbono de 3,5 MgC/ha en potreros sin árboles, y 12,5 MgC/ha en sistemas silvopastoriles; estos resultados indican que los sistemas silvopastoriles son un potencial para la captura de gas carbónico.

En el departamento de Casanare la ganadería es la principal fuente de su economía y de ingresos en la población. La explotación de la sabana con pastos naturales está centrada en cría y levante de ganado, con una capacidad de carga de una res por hectárea. En el piedemonte la actividad ganadera se centra en la ceba y el levante en pastos naturales alternados con praderas mejoradas en proporción de 4 a 1; esta actividad hace que la capacidad de carga oscile entre 1 y 2 reses por hectárea (7).

En el piedemonte de Casanare la tala de bosques y el sobrepastoreo vienen produciendo fragmentación y deterioro en la biodiversidad; la prospectiva ambiental de este departamento para el año 2021 plantea como prioritaria la prevención de riesgos

y el uso adecuado de los suelos con la finalidad de proteger la biodiversidad y el ambiente natural (8).

En el presente artículo se hace una comparación entre producción de materia seca y captura de carbono en potreros tradicionales con *Brachiaria humidicola*, y potreros establecidos con un sistema silvopastoril en los cuales prosperó *Brachiaria brizantha* en el piedemonte del departamento de Casanare.

Este artículo hace parte del proyecto de investigación: "Determinación del impacto ambiental de dos sistemas silvopastoriles de producción de recursos forrajeros y de praderas tradicionales destinados al mantenimiento de bovinos productores de carne en el piedemonte casanareño 2008MARD-3511" financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Universidad de La Salle y el Comité Departamental de Ganaderos de Casanare.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cinco fincas ganaderas del departamento de Casanare ubicadas como sigue: finca Berlín, 5° 11' 30"N y 72° 32' 5"O, municipio de Aguazul; finca Campo Alegre, 5° 21' 37"N y 72° 14' 26"O; finca Cartagena, 5° 14' 12"N y 72° 18' 14"O; La Arenosa, 5° 5' 46"N y 72° 18' 15"O; Mata de Pantano, 5° 19' 30"N y 72° 18' 2"O, municipio de Yopal, Casanare. El área de cada lote experimental fue de 7 hectáreas por finca. El terreno se preparó con arado y rastrillado, se aplicaron 257 kg/ha de cal dolomita y 428 kg/ha de abono Paz del Río (fósforo total 12 %, fósforo asimilable 10 %, calcio 48 %, magnesio 1,5 %, manganeso 1 %, silicio 6 % y pH 12).

Los lotes tradicionales de cada finca contenían principalmente *Brachiaria humidicola*. En los lotes

experimentales de cada finca se sembró una mezcla de cuatro especies de pastos: *Panicum máximum* (10,5 kg/ha), *Brachiaria brizantha* (14 kg/ha), *Brachiaria decumbens* (3,5 kg/ha) y *Brachiaria dictyoneura* (14 kg/ha). Las siembras de la mezcla de pasto se iniciaron en abril de 2009, y la toma de muestras se realizó en octubre del mismo año.

En cada lote experimental de cada finca el pasto que se desarrolló en mayor cantidad en el área de siembra fue *Brachiaria brizantha*, con el cual se hicieron las estimaciones para productividad primaria y captura de carbono. Se realizó un primer muestreo en octubre de 2009 después de cuatro meses del establecimiento de los sistemas silvopastoriles, y otro a los 23 meses, en enero de 2011. Por cada muestra se cosechó a raíz del suelo un área de 0,25 m<sup>2</sup> de pasto; tanto en el lote tradicional como en el lote experimental de cada finca se transportaron al laboratorio y secaron en mufla a 65 °C por un tiempo de 72 horas.

Para determinar el contenido de carbono orgánico total (COT) se pesaron 300 g de cada muestra de materia seca (tallo y hojas) de cada pasto y se pasaron por un molino (Modelo Cyclotec 1093, Marca FOSS) con tamiz 1 mm; luego se hizo un cernido con un tamiz #200 para obtener un tamaño de partículas de 75 µm. De cada muestra se sacaron aproximadamente 10 mg para determinar el contenido de carbono orgánico total por el método de combustión seca en un analizador automático de carbono Shimadzu TOC 5000A. A partir de la productividad primaria (gMS/0,25 m<sup>2</sup>) se estimó el contenido de carbono orgánico total (COT) por lote y luego se hizo la conversión a t/ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

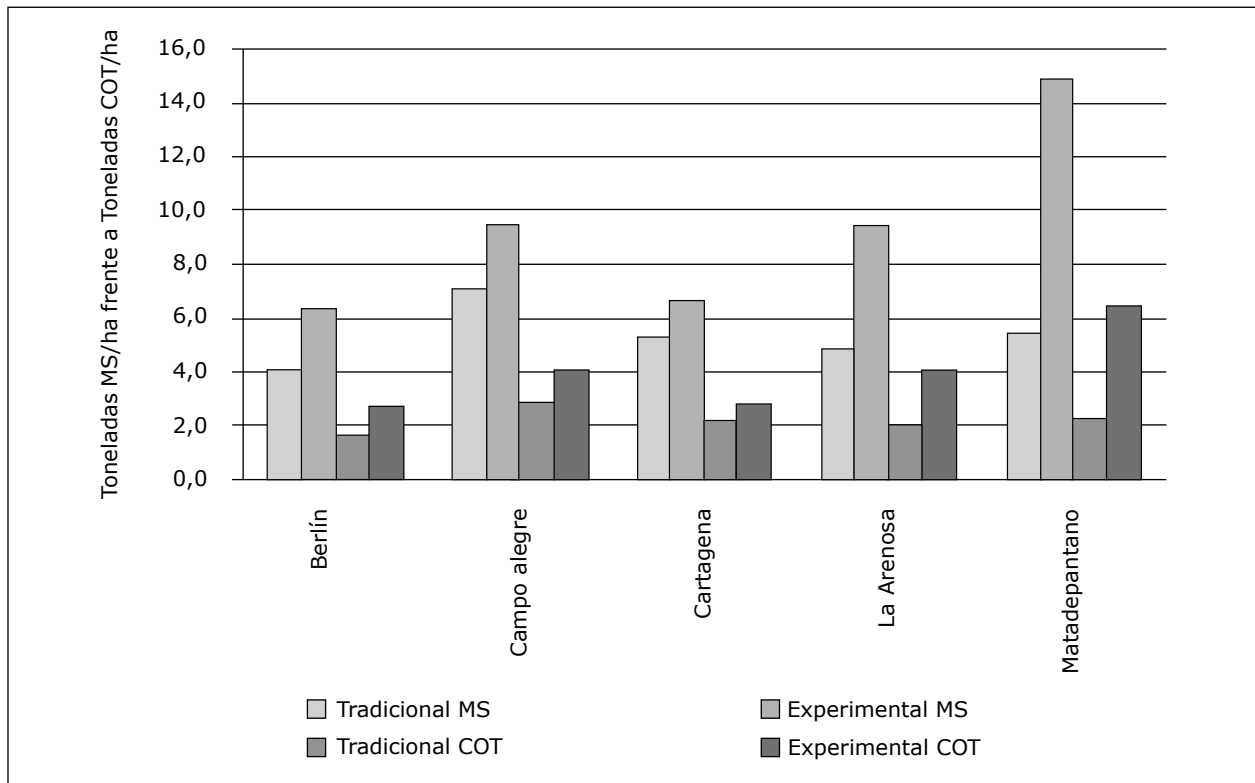
En la figura 1 se compara la productividad en materia seca y el contenido de carbono total por hectárea en el lote tradicional y el lote experimen-

tal de cada finca en estudio a los cinco meses de iniciada la siembra de pastos. El tiempo de crecimiento del pasto en el lote experimental entre las fincas fue el siguiente: 173 días en lote de la finca Berlín, 140 días en el lote de la finca Campo Alegre, 184 días en el lote de la finca Cartagena, 143 días en el lote de la finca La Arenosa y 172 días en el lote de la finca Matadepantano, lo cual se ve reflejado en la productividad en materia seca y carbono total en cada uno de los lotes experimentales en cada finca. A pesar de que el lote de la finca Berlín se sembró con un día de diferencia al lote experimental de Matadepantano, la gran divergencia en el contenido de materia seca fue ocasionada por inundación en bajo del sector norte del lote experimental en la finca Berlín y el pasto no creció de forma uniforme como sí creció en el lote experimental de la finca Matadepantano. Este aspecto se ve reflejado también en el contenido de carbono orgánico total.

En el lote tradicional de las cinco fincas se mantuvo el pastoreo del ganado en forma continua, mientras que en el lote experimental en pastoreo del ganado se manejó en forma rotativa.

La figura 2 muestra un incremento en la producción de materia seca en las fincas Berlín, Cartagena y La Arenosa en comparación con la producción en octubre de 2009 (figura 1). En general, en las cinco fincas ganaderas la productividad en materia seca en el lote tradicional estuvo entre 4 y 5 t/ha, y en el lote experimental estuvo entre 6,3 y 14,9 t/ha en octubre de 2009; mientras que en enero de 2011 la productividad en materia seca estuvo entre 4,4 y 6,5 en el lote tradicional y en el lote experimental estuvo entre 12 y 13,7 t/ha. Esto sugiere que después de veinte meses después del establecimiento de los sistemas silvopastoriles la producción del lote experimental trata de homogeneizarse en las cinco fincas del estudio; mientras que en el lote tradicional no se observan diferencias grandes.

**Figura 1. Valores de materia MS y COT estimados por hectárea en el lote tradicional sembrado con *Brachiaria humidicola* y el lote experimental en donde sobresalió *Brachiaria brizantha* obtenidos con muestreos en octubre de 2009**



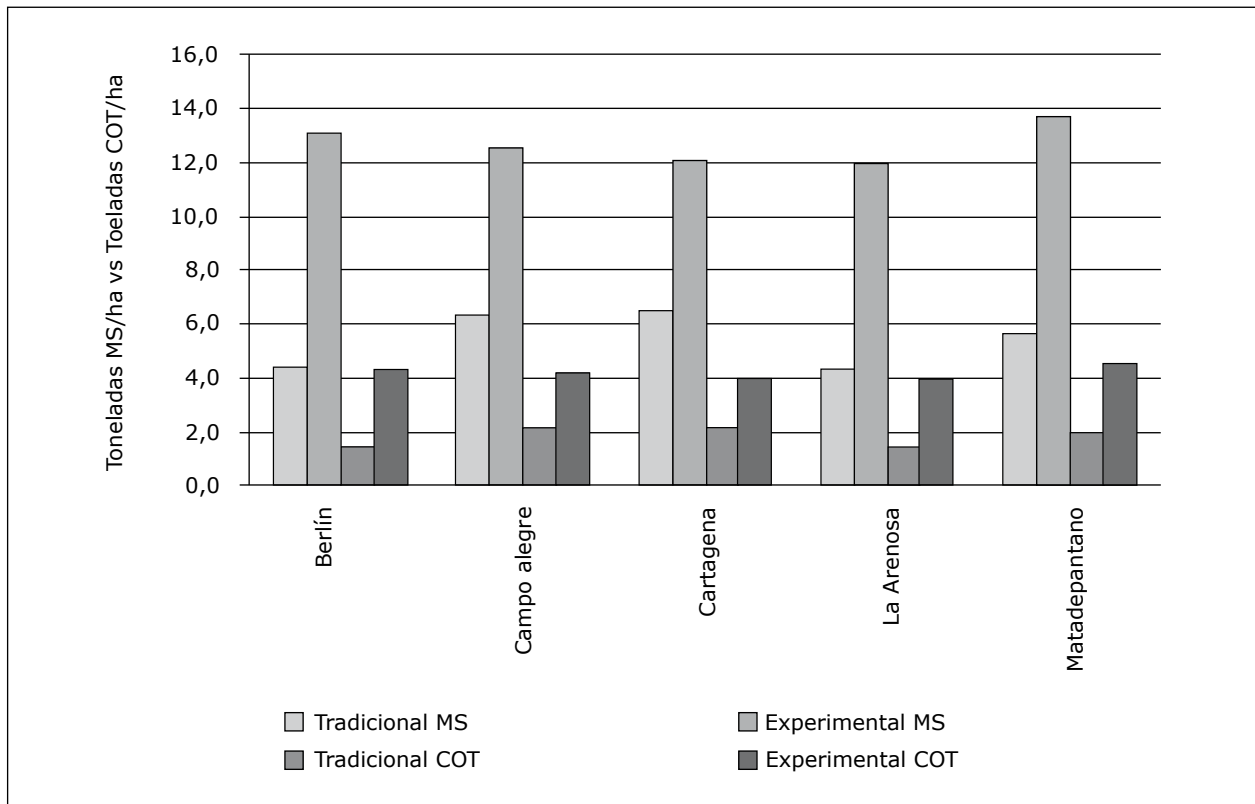
En cuanto a la captura de carbono orgánico total, en el lote tradicional estuvo entre 1,7 y 2,9 t/ha y en el lote experimental estuvo entre 2,7 y 6,4 t/ha en las cinco fincas ganaderas en octubre de 2009; mientras en enero de 2011 en el lote tradicional estuvo entre 1,4 y 2,1 y en el lote experimental estuvo entre 4,1 y 4,5 t/ha. Esto indica que la renovación de praderas con pastos adecuados y el pastoreo de rotación favorecen la captura de carbono.

La inversión realizada en cal dolomita y abono fosforado, si bien no logró subir significativamente el pH del suelo (cuyos valores oscilaron entre 4,6 y 4,8 en el lote tradicional, y entre 4,8 y 5,0 en el lote experimental), fue beneficiosa para el establecimiento del pasto *Brachiaria brizantha* y, en consecuencia, favorable para la productividad en biomasa seca y captura de carbono en el lote

experimental en comparación con el lote tradicional en las cinco fincas ganaderas del estudio.

La renovación de praderas es una alternativa para el mejoramiento de la productividad, y la rotación del ganado en potreros es muy probable que favorezca la captura de carbono dado que las plantas de pasto tienen tiempo suficiente para recuperarse y, por consiguiente, la captura de CO<sub>2</sub> de la atmósfera para incorporarlo en la fotosíntesis.

**Figura 2. Valores de MS y (COT) estimados por hectárea en el lote tradicional sembrado con *Brachiaria humidicola* y en el lote experimental en donde sobresalió *Brachiaria brizantha* obtenidos con muestreos en enero de 2011**



## AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a la Universidad de La Salle y al Comité Departamental de Ganaderos de Casanare por la financiación del proyecto “Determinación del impacto ambiental de dos sistemas silvopastoriles de producción de recursos forrajeros y de praderas tradicionales destinados al mantenimiento de bovinos productores de carne en el piedemonte casanareño 2008MARD-3511”.

A los propietarios y administradores de las fincas que hicieron parte del programa de investigación: Rodrigo Prieto y Fredy Barragán de la finca Cartagena; Rafael Riberos y José Díaz de la finca Berlín; Norberto Márquez y Pedro Saavedra de la finca Campo Alegre; Alfredo Gutiérrez Méndez y Duma Moreno de la finca La Arenosa, y a la Uni-

versidad de La Salle y a Javier Hernando Díaz de la finca Matadepantano, quienes participaron en la siembra y el cuidado de praderas experimentales del programa de investigación.

## REFERENCIAS

1. Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, De Haan C. *Livestock's long Shadow. Environmental issues and options*, LEAD-FAO. Roma; 2006.
2. Radulovich R. *Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. Serie Técnica, Informe Técnico 222*, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Turrialba, Costa Rica; 1994.
3. Albrecht A, Kandji ST. *Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. Agric Ecosyst Environ* 2003;99:15-27.

4. Montagnini F, Nair PKR. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agrofor Syst* 2004;61-62(1-3):281-295.
5. Oelbermann M, Voroney RP, Gordon AM. Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and Southern Canada. *Agric Ecosyst Environ* 2004;104:359-377.
6. Andrade HJ, Brook R, Ibrahim M. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. *Plant Soil* 2008;308:11-22.
7. Sandoval Y. Riqueza agropecuaria. *Casanare Hoy*; 2008. Disponible en: [http://www.casanare.gov.co/esp/menus/menu\\_cabeza\\_4a.htm](http://www.casanare.gov.co/esp/menus/menu_cabeza_4a.htm)
8. Departamento Nacional de Planeación (DNP). *Prospectiva Territorial: caso departamento de Casanare, Visión de Futuro 2021*. Documentos para el Desarrollo Territorial 70. Bogotá: DNP; 2004.

