

## Respuesta animal e impacto económico de la inclusión de árboles en un sistema ganadero

Delmy Triana González\*, Oscar Loyola Hernández\*, Orestes Tejas Sánchez\*\*, Félix Pompa Rodríguez\*\*\*

\* Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

\*\* Servicio Estatal Forestal Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba

\*\*\* Sede Universitaria Municipal Florida, Camagüey, Cuba

delmy.triana@reduc.edu.cu

### RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la respuesta animal e impacto económico de la inclusión de árboles en un sistema ganadero, en las condiciones edafoclimáticas de la CCS Roberto Rodríguez del municipio Sierra de Cubitas, Camagüey, Cuba, se desarrolló un estudio durante dos años. Se evaluó el rendimiento productivo de los animales y del sistema forestal, determinándose finalmente su impacto económico. Se determinaron los estadígrafos generales media y ES. Para evaluar la respuesta animal en los dos sistemas fue preciso comparar los resultados a través de un test T de student para  $P < 0,05$ . Los resultados indicaron la superioridad del sistema silvopastoril sobre el sistema tradicional. Finalmente se concluyó que en el sistema silvopastoril se incrementaron los rendimientos productivos de los animales y beneficios adicionales por concepto forestal. El sistema silvopastoril mostró mayor impacto económico que el manejo de forma tradicional.

**Palabras clave:** *impacto económico, productividad de los pastos, sistema silvopastoril*

### Animal Response and Economic Impact of the Inclusion of Trees in a Livestock System

#### ABSTRACT

A study was conducted at the Roberto Rodríguez CCS (Credit and Service Cooperative), in the municipality of Sierra de Cubitas, province of Camagüey, Cuba, to evaluate the animal response and economic impact of the inclusion of trees in a livestock system under the local edaphoclimatic conditions. The productive performance of animals and the forest system were evaluated, and their economic impact was determined. The mean and SE were determined as well. The results were compared using a T-student test for  $P < 0.05$ , in order to evaluate animal response in the two systems. The results indicated the superiority of the forest grazing system to the traditional system. It was concluded that the forest-grazing system increased animal productivity and contributed with additional benefits in terms of forestry. The forest-grazing system had a greater economic impact than the traditional system.

**Key words:** *economic impact, grass productivity, forest-grazing system*

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que comprometen la sostenibilidad de la producción de leche y carne es la falta de alimento y su bajo aporte de nutrientes. La rentabilidad de los sistemas lecheros se asocia directamente al nivel tecnológico utilizado y a la adopción de tecnologías, sus impactos en la producción constituyen eventos claves que pueden favorecer el desarrollo del sector agropecuario y su competitividad (García, Albarrán y Avilés, 2015).

El incremento en la producción de alimentos para satisfacer la demanda debe transcurrir en función de eliminar los problemas medioambientales; usar de forma más eficiente los recursos naturales; trabajar por conservar la biodiversidad; combatir

las causas y reducir las consecuencias del cambio climático; luchar contra el aumento de los gases de efecto invernadero, la degradación de los suelos y el avance de los desiertos (Montagnini, Somarriba, Murgueitio, Fassola y Eibl, 2015).

Los árboles juegan un importante papel en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (incrementan el contenido de materia orgánica, mejoran la capacidad de cambio catiónico y aniónico, así como la estructura del suelo, entre otras), además proveen bienes y servicios beneficiosos para la población humana (Milera, Sánchez y Martín, 2010).

Febles, Ruiz y Crespo (2003) alegan que en la actualidad, la humanidad se enfrenta al reto de implementar sistemas de producciones agropecua-

rias sostenibles, siendo una opción para lograr este fin la utilización de los sistemas silvopastoriles, pues constituyen una alternativa económicamente atractiva y rentable para el productor, debido a sus posibilidades para elevar los niveles de producción agrícola, animal y forestal, lo que se debe fundamentalmente a los bajos costos de mantenimiento y a la alta sustentabilidad que aportan.

Por ello, el objetivo de esta investigación es evaluar la respuesta animal e impacto económico de la inclusión de árboles en un sistema ganadero, en las condiciones edafoclimáticas de la CCS Roberto Rodríguez del municipio Sierra de Cubitas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área experimental, suelo y clima

#### *Ubicación*

El estudio se desarrolló durante dos años (julio de 2014 hasta septiembre de 2016), se utilizaron dos fincas ganaderas pertenecientes a la CCS Roberto Rodríguez del municipio Sierra de Cubitas, provincia de Camagüey, Cuba, situada a los 21° 40' de latitud Norte y los 77° 39' de longitud Oeste a una altura de 40 m.s.n.m.

#### *Suelo*

El suelo del área de estudio es Pardo con carbono típico de acuerdo con las hojas cartográficas del sitio y corroborado con Hernández, Pérez, Bosch y Castro (2015). El pH es ligeramente ácido (6,4) y la profundidad efectiva es de 25 cm.

#### *Clima*

El clima de la zona es tropical húmedo de llanura interior con humedecimiento estacional y una alta evaporación, la temperatura del aire es elevada, con valores medios de 26,6° C y las precipitaciones promedio anuales fueron de 1 457 mm (Rivero, 2010).

#### *Características de las fincas estudiadas*

Las fincas analizadas están destinadas a la ceba de toros desde el año 2008, en ellas se establecieron 24 cuarterones con un área promedio de 1,1 ha y 0,4 ha de mangas entre cuarterones para un total de 26,84 ha dedicadas a la ceba en cada unidad.

La finca uno se estableció en un área que antes estaba dedicada a la actividad cañera y luego de un periodo de abandono se dedicó a la actividad ganadera.

La finca dos luego de eliminadas las plantaciones cañeras se plantó la especie forestal *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (Algarrobo del país) a un

marco de plantación de 10,0 x 10,0 m, constituyendo en la actualidad un sistema silvopastoril.

Referente a la masa vacuna, la finca uno posee 30 animales; de ellos 15 toretes y 15 toros mestizos cebú y la finca dos posee 36 animales mestizos cebú, de los cuales 18 son toretes y 18 toros. En cada una de las fincas se utilizaron para el experimento 15 toretes.

### **Evaluaciones realizadas**

#### *Evaluación del peso de los animales en ambos sistemas*

Los animales se incorporaron al sistema con un peso promedio de 287 kg/animal. Al cierre de este trabajo se obtuvo el peso aproximado utilizando el método del perímetro torácico y el Programa de computación para el cálculo de raciones en ruminantes CALRAC (Roche, Larduet, Torres y Ajete, 1999).

#### *Surtidos adicionales (madera y leña) en cada área estudiada*

El volumen de madera se determinó por la fórmula de Huber:

$$V = (\pi / 4) \times (d \ 1,3)^2 \times h \times f$$

Que relaciona a:

d=diámetro a 1,3 m de altura del suelo

h=altura

f=coeficiente mórfico

Para ello se realizaron 96 parcelas temporales de muestreo (PTM) de 144 m<sup>2</sup> cada una (12 x 12 m), de superficie cuadrada, cada parcela agrupó cuatro árboles para un total de 384 árboles forcipulados. La distribución de las parcelas se realizó aleatoriamente.

#### *Producción de leña*

Para la determinación de este parámetro se tomaron 10 muestras de ramas con peso conocido a las cuales se les determinó el volumen a través de la fórmula de Huber:

$$V = (\pi / 4) \times d^2 \times L$$

En este caso se utilizó como patrón muestras de 0,20 m de largo, un diámetro de 0,10 m y un peso de 1,06 kg.

Estos resultados fueron extrapolados entonces al peso total de las ramas sin hojas de cada árbol (Cubicación por pesada o método ponderal).

#### *Valoración económica*

La valoración económica se realizó a partir de los datos de los años analizados, tomados del departamento económico de la CCS. Se calcularon los siguientes indicadores:

- Ingresos totales
- Gastos totales
- Ganancia
- Análisis estadísticos

Se determinaron los estadísticos descriptivos Media y ES, para esto se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0.1 (2006). Para evaluar la respuesta animal en los dos sistemas fue preciso comparar los resultados a través de un test T de Student.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Evaluación del peso de los animales en ambos sistemas*

La Tabla 1 refleja los pesos finales de los animales cebados en un periodo de un año bajo condiciones de sistema de pastoreo tradicional sin árboles y un sistema silvopastoril. Es apreciable que en el sistema silvopastoril los animales lograron incrementar 180,5 kg; 35 kg más por animal que en el sistema tradicional, con un incremento medio diario de 494 y 398 g/animal/día para el sistema silvopastoril y para el sistema tradicional, respectivamente.

Hernández, Carballo y Reyes (2000) y Milera (2013) muestran resultados relacionados con la utilización de un sistema de ceba de toros Cebú en áreas de pastos naturales y en condiciones de silvopastoreo, estos autores muestran el mantenimiento de una ganancia individual promedio anual superior a los 400 g/día. En su estudio las ganancias (419 g/animal/día) fueron superiores en 73 % a las obtenidas con pasto natural (242 g/animal/día) y no difirieron de las de un sistema que incluyó la suplementación en la segunda mitad de la época poco lluviosa, con miel más urea al 3 % y harina de soya (409 g/animal/día).

Los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los obtenidos por los autores antes mencionados, tanto en las áreas bajo silvopastoreo (SSP) como en las de pastos naturales, que en este último caso son muy superiores (156 g/día) y esto debe estar relacionado, sobre todo, con la abundancia de leguminosas nativas y disponibilidad adecuada de pastos.

Estudios realizados por López, Lamela y Sánchez (2004) en evaluaciones comparativas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Albizia lebbek* (L.) Benth. y *Bauhinia purpurea* L. asociadas a *Panicum maximum* Jacq. demostraron el alto potencial que poseen estas plantas en los sue-

los donde se adapta. En la ceba de machos Cebú se han alcanzado ganancias de peso vivo de 0,7 kg/animal/día, resultados superiores a los obtenidos en este estudio.

En varios estudios se ha demostrado que los animales que pastan en SSP tienen un mayor consumo de materia seca, proteína, calcio y grasa que los que lo hacen en un monocultivo de gramíneas (Solorio, Bacab y Ramírez, 2011; Molina, Angarita, Mayorga, Chará y Barahona-Rosales, 2016).

De acuerdo con los aportes realizados por López *et al.* (2015), los sistemas silvopastoriles producen abundante forraje de buena calidad durante todo el año, con lo cual mejora el balance de nutrientes en los animales y, por consiguiente, el estado de la condición corporal y la calidad de la respuesta inmune; esto, unido a un entorno más favorable, permite incrementar el bienestar animal y manifestar una mayor resiliencia.

Lograr la autosostenibilidad del sistema debe ser la meta a trazar, propiciando la recirculación máxima de los nutrientes, así como la protección y mantenimiento del medio ambiente, con ganancias diarias mínimas de peso en los animales entre 500 y 600 g/animal y producciones de alrededor de 800 kg de carne por hectárea anualmente, con una carga cercana a las dos UGM en esta unidad de área (Iglesias, 2003).

Los resultados obtenidos refuerzan los criterios de Triana *et al.* (2014) quienes plantean la necesidad de que los productores de la zona evalúen la importancia del silvopastoreo en áreas bajo explotación ganadera.

Estos resultados aún no son los mejores, pues se requieren muchos años para que los árboles adquieran valor económico; aumente su proyección de sombra, la fase de establecimiento del pastizal es más prolongada y la producción se incrementa gradualmente en la medida que crezcan los árboles y se consolide el sistema de pastoreo.

### *Volumen de madera*

De acuerdo con la Tabla 2 es posible apreciar de forma clara que los sistemas silvopastoriles son superiores a los sistemas tradicionales de pastoreo al incorporar un surtido adicional al sistema, que en este caso es la madera que puede aportar en un momento dado, y por supuesto se traduce en valores para el productor y su finca. En el caso del sistema de pastoreo tradicional no existe este producto adicional, limitándose solo a la producción animal.

Los animales en silvopastoreo también aportan a través de sus heces importantes cantidades de nutrientes al suelo, los cuales normalmente son limitados en la actividad forestal, además de la calidad de los sitios forestales, que generalmente son los más pobres en nutrientes.

En condiciones ambientales similares con otras leguminosas de la subfamilia Mimosoideae, autores como Drumond *et al.* (1984) y Lima (1986 y 1994) citados por Ribaski (2003) reportaron que árboles de 8 años de edad (280 árboles/ha) llegan a alcanzar una altura media de 6,5 m, un diámetro de copa de 6,5 m y diámetro del tronco (D1,3) de 16 cm, equivalente a una producción de 10 m<sup>3</sup> de leña/ha.

En Petrolina (Estado de Pernambuco), este mismo autor refiere que plantaciones de 5 años de edad presentaron un volumen medio de madera de 15 m<sup>3</sup>/ha.

Los resultados de estos autores difieren en lo fundamental a los obtenidos en este estudio por las condiciones de manejo a que fueron sometidas las plantas; es decir, mayor número de plantas por hectárea, este sistema de manejo provocó mayor competencia entre las plantas y, por tanto, mayor crecimiento en altura respecto a los obtenidos en esta investigación; esto influyó positivamente en los volúmenes de madera.

Si se tiene en cuenta la edad de estos árboles (siete años) y que este es un sistema de bajos insumos en el que no se fertiliza ni riega, con un incremento medio anual de 0,79 m<sup>3</sup>/ha/año se refuerza el criterio de superioridad de los sistemas silvopastoriles sobre los sistemas forestales tradicionales (Panadero, 2010).

#### *Producción de leña*

La Tabla 3 muestra la producción de leña estimada que puede aportar *S. saman* en este sistema silvopastoril, a partir de la muestra patrón pesada se determinó inicialmente la densidad de la madera, valor que posteriormente se utilizará para la determinación de la retención de carbono, en este caso la densidad obtenida es de 680 kg/m<sup>3</sup>, este valor es inferior a los obtenidos Loyola *et al.* (2015) para *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. en la provincia de Camagüey, quienes obtuvieron densidades de 1 089,01 y 764,1 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

Estos valores de densidad son superiores a los citados por Loyola *et al.* (2014) para *L. leucocephala* quienes refieren densidades de 0,53 t/m<sup>3</sup>.

El análisis individual por árbol mostró valores de peso de la leña/árbol de aproximadamente 9,52 kg/planta equivalente a 0,014 m<sup>3</sup>/planta y 1,4 m<sup>3</sup>/ha a este marco de plantación para este sistema silvopastoril, lo cual es un valor significativo como subproducto adicional de esta tecnología.

Investigaciones realizadas por Anguiano, Aguirre y Palma (2013), señalan que con la siembra de 80 000 plantas/ha de *L. leucocephala* var. Cunningham y pastos asociados es posible capturar hasta 128,62 tC/ha/año, aspecto que está estrechamente vinculado con la producción de biomasa.

#### *Evaluación económica*

La Tabla 4 muestra la respuesta económica de los dos sistemas en estudio, como se puede apreciar en los puntos 1, 2 (Costo de las posturas y Plantación) solo incurre en gastos la finca silvopastoril que requirió de la compra de 2 640 posturas con un costo de \$ 871,20 y un costo de plantación de \$ 396,00. Los ingresos por concepto de producción de madera (4) y producción de leña (5) solo son obtenidos por este mismo sistema, pues son ingresos por surtidos madereros (145,99 m<sup>3</sup> de madera vendibles y 36,96 m<sup>3</sup> de leña también con posibilidades de venta).

Respecto a los ingresos, estos son muy superiores en el sistema silvopastoril, sobre todo en los ingresos adicionales que tiene por concepto la producción de carne, así como los surtidos forestales madera y leña que se ven favorecidos en su conjunto por los aportes que hacen los animales al suelo de estiércol así como por el control que realizan estos de las plantas indeseables, ventaja que tienen estos árboles respecto a otras plantaciones manejadas tradicionalmente.

Los resultados antes expuestos muestran las ventajas del uso de sistemas silvopastoriles, y específicamente con el uso de *S. saman*, probado en numerosos estudios aseguran que esta especie posee adaptabilidad, expresada en supervivencia, crecimiento y vigor de las plantas, adaptable a terrenos difíciles para la reforestación.

Monzote (2005) citada por Loyola (2011) asegura que lograr una producción animal rentable y que tenga en cuenta al medio ambiente, contribuye al establecimiento de una agricultura sostenible.

## CONCLUSIONES

El sistema silvopastoril revela mejores rendimientos productivos de los animales y manifiesta un efecto positivo en la retención de carbono mostrando beneficios adicionales por concepto forrestal.

## REFERENCIAS

- ANGUIANO, J. M.; AGUIRRE, J. y PALMA, J. M. (2013). Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de *Cocos nucifera*, *Leucaena leucocephala* var. Cunningham y *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17 (1), 149-160.
- FEBLES, G.; RUÍZ, T. y CRESPO, G. (2003). *Aspectos prácticos para establecer leguminosas en pastizales*. Manual de tecnologías. La Habana. Cuba: ICA.
- GARCÍA, A.; ALBARRÁN, B. y AVILÉS, F. (2015). Dynamics and Trends in Dual Purpose Cattle Management in Southern Estado de México. *Agrociencia* 49 (2), 125-139.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D y CASTRO, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba: GEOCUBA.
- HERNÁNDEZ, D.; CARBALLO, M. y REYES, F. (2000). Reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico. *Pastos y Forrajes*, 23 (4), 67-72.
- IGLESIAS, J. M. (2003). *Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos*. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias, ICA, Cuba.
- LÓPEZ, O.; LAMELA, L. y SÁNCHEZ, T. (2004). Evaluación y desempeño reproductivo de hembras Mambí de primer parto en Silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 27 (2), 157-164
- LÓPEZ, O.; RUÍZ, T. E.; SÁNCHEZ, T.; CASTILLO, E.; IGLESIAS, J. M. y LAMELA, L. (2015). Potencialidades del silvopastoreo para la producción animal en Cuba. En: R. Núñez, et al. Editores. *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. Chapingo, México: Fundación COLPOS-Universidad de Chapingo-ALPA-FAO-IICA.
- LOYOLA, O. (2011). *Integración de leguminosas nativas, árboles frutales y multipropósitos a sistemas de producción vacuna en sabanas ultramáficas del centro norte de Camagüey*. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Camagüey, Cuba.
- LOYOLA, O.; PÉREZ, I.; TRIANA, D.; VALIDO, A. y YERÓ, I. (2014). Evaluación agroproductiva de *Moringa oleifera* Lam en cercas vivas en condiciones edafoclimáticas. *Rev. prod. anim.*, 26 (2), 32-40.
- LOYOLA, O.; VALIDO, A.; TRIANA, D.; PÉREZ, I.; YERO, I. y GONZÁLEZ, D. (2015). Evaluación de la retención de carbono y la fauna edáfica en asocio con *Moringa oleifera* Lam. en cercas vivas. *Centro agrícola*, 42 (1), 75-81.
- MILERA, M.; SÁNCHEZ, T. y MARTÍN, G. J. (2010). *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo. *Pastos y forrajes*, 33 (1), 73-79.
- MILERA, M. (2013). Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Avances en Investigación Agropecuaria. *Pastos y Forrajes*, 17 (3), 7-24.
- MOLINA, C. I.; ANGARITA, E. A.; MAYORGA, O. L.; CHARÁ, J. y BARAHONA-ROSALES, R. (2016). Effect of *Leucaenaleucocephala* on Methane Production of Lucerna Heifers Fed a Diet Based on *Cynodonplectostachyus*. *Livestock Science*, 185 (1), 24-29.
- MONTAGNINI, F.; SOMARRIBA, E.; MURGUEITIO, E.; FASSOLA, H. y EIBL, B. (2015). *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Cali, Colombia: Editorial CIPAV.
- PANADERO, A. N. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 19 (2), 113-122.
- RIVERO, R. (2010). *Consideraciones sobre los cambios climáticos en Camagüey y su efecto en la ganadería*. Camagüey, Cuba: Centro Meteorológico de Camagüey.
- RIBASKI, J. (2003). *Potencial del Algarrobo (Prosopis juliflora) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil*. II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina, FAO.
- ROCHE, A.; LARDUET, R.; TORRES, V. y AJETE, A. (1999). CALRAC. Programa de computación para el cálculo de raciones en rumiantes. *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.*, 33 (1), 13-18.
- SOLORIO, F. J.; BACAB, H. M. y RAMÍREZ, L. (2011). *Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Avances de Investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán*. III Congreso sobre sistemas silvopastoriles intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI, Morelia y Tepalcatepec, México.
- TRIANA, D.; LOYOLA, O.; VALIDO, A.; ESTRADA, Y.; PACHECO, D. y SANABRIA, Y. (2014). Potencial agroecológico de *Ateleia cubensis* (DC) Dietr. var. *cubensis* (Griseb.) Mohlenber en condiciones naturales del núcleo ultramáfico de Camagüey. *Revista Agrisost*, 20 (2), 1-6.

Recibido: 10-3-2018

Aceptado: 16-3-2018

**Tabla 1. Resultados de la prueba T de Student para las variables de la respuesta animal**

Sistema	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Incremento (kg)	Incremento medio diario (g/d)
SSP	287,0	467,5	180,5	494
ST	287,0	432,5	145,5	398
ES	0,032	1,27	1,27	3,49
Sig.	NS	*	*	*

SSP: Sistema silvopastoril; ST: Sistema tradicional; NS: no significativo; \*P < 0,05

**Tabla 2. Variables daxométricas de los árboles**

Finca	h (m)	d <sub>1.3</sub> (m)	v/árbol (m <sup>3</sup> )	v/ha (m <sup>3</sup> /ha)
SSP	4,62 ± 0,009	0,17 ± 0,004	0,055 ± 0,002	5,53 ± 0,002
ST	-	-	-	-

SSP: Sistema silvopastoril; ST: Sistema tradicional

**Tabla 3. Peso, volumen y densidad de la madera**

Especie	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Peso leña/árbol (kg/planta)	Volumen de leña (m <sup>3</sup> /planta)	Volumen de leña (m <sup>3</sup> /ha)
<i>S. saman</i>	680	9,52	0,014	1,4

**Tabla 4. Principales resultados económicos incurridos en cada sistema**

Gastos e ingresos (\$)	Finca SSP	Finca ST
(1) Costo de posturas	817,20	-
(2) Plantación	396,00	-
(3) Costo de los animales	23 247,00	19 372,50
(4) Producción madera	11 679,20	-
(5) Producción leña	1 034,88	-
(6) Producción animal	74 893,50	57 738,75
(7) Gastos (1+2+3)	24 460,20	19 372,50
(8) Ingresos (4+5+6)	87 607,58	57 738,75
Ganancias (8-7)	63 147,38	38 366,25

SSP: Sistema silvopastoril; ST: Sistema tradicional